

**Vysoká škola báňská - Technická univerzita
Ostrava**

Fakulta bezpečnostního inženýrství

Katedra požární ochrany a ochrany obyvatelstva

**Bezpečnost přepravy nebezpečných chemických
látek na podnikové vlečce**

Safety of Transport of Dangerous Chemicals on a Factory Siding

Student:

Vedoucí diplomové práce:

Studijní obor:

Datum zadání diplomové práce:

Datum odevzdání diplomové práce:

Bc. František Zapletal

doc. Dr. Ing. Aleš Bernatík

Bezpečnostní plánování

13. června 2013

18. dubna 2014

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. František Zapletal**

Studijní program: N3908 Požární ochrana a průmyslová bezpečnost

Studijní obor: 3908T007 Bezpečnostní plánování

Téma: **Bezpečnost přepravy nebezpečných chemických látek na podnikové vlečce**
Safety of Transport of Dangerous Chemicals on a Factory Siding

Zásady pro vypracování:

Cíl práce:

Analýza rizik přepravy nebezpečných chemických látek v podniku z hlediska možných závažných havárií a návrh doporučujících postupů při likvidaci havárie pro zaměstnance a zasahující složky.

Charakteristika práce:

Identifikace nebezpečí vyplývající z železniční přepravy nebezpečných látek v chemických provozech hutního podniku, analýza rizik vybranými metodami, návrhy opatření pro zmírnění rizik s cílem ochrany životů a zdraví obyvatel a zaměstnanců, ochrany životního prostředí a snížení ekonomických ztrát podniku, návrhy prevence pro dosažení lepší připravenosti zaměstnanců na mimořádné události i doporučené postupy likvidace havárie pro zasahující složky a zaměstnance.

Seznam doporučené odborné literatury:

Bernatík, A.: Prevence závažných havárií I. a II.

Bernatík A., Maléřová L.: Analýza rizik území, Ostrava: SPBI, 2010

Purple book CPR 18E (1999).Guidelines for Quantitative Risk Assessment, The Hague


Danihelka P.: Analysis and management of risk of dangerous chemicals in industry, Ostrava, VŠB TUO, 2002

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí diplomové práce: **doc. Dr.Ing. Aleš Bernatík**

Datum zadání: 13.06.2013

Datum odevzdání: 18.04.2014


doc. Ing. Vilém Adamec, Ph.D.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Poledňák, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně a použil jsem při tom jen uvedených zdrojů. Souhlasím s dalším využitím své práce.

V Ostravě dne 18. dubna 2014

.....
podpis

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- jsem byl/a seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů;
- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby ¹⁾;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému Vysoké školy báňské – Technické univerzity Ostrava (dále jen VŠB – TUO), dostupná k prezenčnímu nahlédnutí;
- beru na vědomí, že VŠB – TUO má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou/bakalářskou práci užít v souladu s § 35 odst. 3 2);
- beru na vědomí, že podle § 60 3) odst. 1 autorského zákona má právo VŠB – TUO na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 3) odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého VŠB – TUO nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Bc. František Zapletal

Bedrnova 2882/4, Ostrava - Zábřeh

Dne 18. dubna 2014

Podpis:.....

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevýdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 1). Odporuje-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

Anotace

Předložená diplomová práce se věnuje problematice dopravy nebezpečných chemických látek v rámci podnikové vlečky hutní firmy. Úvodní část popisuje objekt firmy a technologii dopravy na vlečce, charakterizuje přítomné nebezpečné látky s jejich zařazením ve výrobním procesu. Další část přináší analýzy rizik vybranými metodami a jejich vyhodnocení. Závěr práce předkládá návrhy nápravných opatření na základě výsledků analýz rizik. Cílem diplomové práce je zvýšení bezpečnosti zaměstnanců i obyvatel minimalizací současných rizik vycházejících z přepravy nebezpečných chemických látek. Navrhovaná opatření zahrnují doporučení pro zasahující složky i změny v současné legislativě.

Klíčová slova: riziko, analýza rizika, doprava, nebezpečné chemické látky, železniční vlečka, havárie, únik nebezpečné látky

Annotation:

This diploma thesis deals with issues relating to the transport of dangerous chemicals within steel producing factory's siding. Introduction part describes area of the factory, its environment and technology of transport at factory siding, features existing dangerous chemicals and states its inclusion in a process. Following part brings risk analysis executed by selected methods and its subsequent evaluation. Conclusion of this thesis introduces proposals of remedies on the basis of risk analysis results. The aim of the thesis is safety increase of employees and inhabitants thorough decreasing of currently existing risks. Proposed measures includes recommendation for acting parts as well as changes in contemporary legal order.

Key words: risk, risk analysis, transport, dangerous chemicals, rail siding, chemical accident, release of dangerous chemicals

Chtěl bych zde poděkovat vedoucímu mé práce doc. Dr. Ing. Aleši Bernatíkovi za odborné konzultace a rady při psaní této práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Věře Šrámkové, Ing. Dušanu Šokalovi a Ing. Kazimíru Lukoszovi z ArcelorMittal Ostrava, a. s. za poskytnutí odborných rad a informací k realizaci své práce.

Obsah

Seznam použitých zkratk

1. Úvod.....	1
2. Rešerše	3
3. Procesy výroby na koksovně	7
3.1 Dislokace závodu Koksovna v rámci společnosti AMO	7
3.2 Hlavní technologie výroby koksu	8
3.2.1 Provoz koksochemie	8
3.3 Nebezpečné chemické látky.....	9
3.3.1 Právní rámec v oblasti NChL.....	13
3.3.2 Benzol – charakteristika.....	13
3.3.3 Černouhelný dehet – charakteristika.....	14
3.3.4 Síra tekutá – charakteristika.....	15
3.3.5 Prací olej – charakteristika.....	16
3.3.6 Hydroxid sodný – charakteristika	17
4. Dopravní technologie na vlečce.....	18
4.1 Právní rámec v oblasti dopravy	18
4.2 Přepravní trasy NChL	18
4.2.1 Přeprava NChL po vstupu na vlečku	19
4.2.2 Přeprava NChL k výstupu z vlečky	20
4.2.3 Specifika pohybu vozů s dehtem	21
4.2.4 Cisternové vozy pro přepravu NChL.....	22
5. Analýza a hodnocení rizik přepravy NChL	24
5.1 Kvantitativní hodnocení rizik	25
5.1.1 Popis dopravního toku	26
5.1.2 Popis přepravní jednotky	27
5.1.3 Popis přepravní trasy	27
5.1.4 Popis seřadovacího nádraží a vlečky včetně aktivit.....	28
5.1.5 Frekvence a pravděpodobnost havárií	28
5.1.6 Popis zdrojů iniciace havárie cisterny	30
5.1.7 Vlastnosti přepravovaných látek.....	31
5.1.8 Klasifikace území v okolí přepravní trasy	32
5.1.9 Meteorologická data	32
5.1.10 Rozmístění a počet obyvatel a zaměstnanců v okolí přepravní trasy	34
5.1.11 Statistika MU při přepravě NChL v ČR.....	35
5.1.12 Domino efekt	36
5.2 Výsledky hodnocení rizik podle QRA a F&E Indexu	36
5.2.1 Vyhodnocení QRA úniku benzolu	37
5.2.2 Vyhodnocení rizik úniku dehtu pomocí F&E Indexu	41
5.2.3 Vyhodnocení rizik úniku tekuté síry pomocí F&E Indexu	42
5.2.4 Vyhodnocení rizik úniku pracího oleje pomocí F&E Indexu	43
5.2.5 Vyhodnocení rizik úniku hydroxidu sodného	43
5.2.6 Rizika úniku NChL pro životní prostředí	44
5.2.7 Hodnocení rizik – shrnutí	44
5.2.8 Přijatelnost rizika	46
6. Opatření pro minimalizaci rizik.....	48
6.1 Nápravná opatření ke snížení rizik	48

6.1.1 Vykolejení cisterny.....	48
6.1.2 Srážka cisterny, nesprávná manipulace	54
6.1.3 Iniciace uniklé látky zapálením	54
6.1.4 Teroristický útok, úmyslné zavinění	55
6.2 Návrhy opatření v legislativě	56
6.3 Návrhy doporučení pro zasahující složky	58
6.4 Návrhy doporučení k ochraně obyvatel a zaměstnanců.....	60
7. Závěr	62
Literatura a zdroje	64
Seznam obrázků	66
Seznam tabulek	67
Seznam příloh	68

Seznam použitých zkratek

ADR	The European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road
AMO	ArcelorMittal Ostrava a.s.
ČD	České dráhy
FČV	fenolčpavkové vody
F&E Index	DOW's Fire and Explosion Index
H ₂ S	sirovodík (sulfan)
H&V Index	Hazard and Vulnerability Index
HZSP	Hasičský záchranný sbor podniku
IBC	Integrované bezpečnostní centrum
IZS	integrovaný záchranný systém
KB	koksárenská baterie
LOC	loss of containment events
MF	materiálový faktor
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MU	mimořádná událost
MV	Ministerstvo vnitra
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NChL	nebezpečné chemické látky
NV	nařízení vlády
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PČR	Policie České republiky
QRA	kvantitativní hodnocení rizika
RID	Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail
SO ₂	oxid siřičitý
SŽDC	Správa železniční dopravní cesty
TRA	Transportation Risk Analysis
VŠB – TUO	Vysoká škola báňská – Technická universita Ostrava
ŽST	železniční stanice

1. Úvod

Tato práce navazuje na mou bakalářskou práci s názvem Vybraná rizika hutního provozu, která je zaměřena na komplexní hodnocení všech článků hutního komplexu s cílem řešit nejen rizika akutní, ale i chronická v podobě negativních vlivů emisí. Následující kapitoly se podrobněji zabývají riziky souvisejícími s železniční dopravou nebezpečných chemických látek od vstupních míst podnikové vlečky, až po jejich vykládku, popřípadě nakládku. Tento druh dopravy je upřednostněn zejména pro možnosti přeprav velkých objemů látek a pro relativně bezpečný způsob manipulace s těmito látkami na rozdíl od dopravy silniční.

Vzhledem k dosud používaným technologiím při výrobě a zpracování železa se žádná hutní firma neobejde bez nebezpečných chemických látek, dále jen NChL, v podobě vstupních surovin, produktů i meziproduktů. Závodem, kde je nakládáno s velkým množstvím těchto látek je bezesporu koksovna s nezbytným chemickým provozem. Koks je jednou z hlavních surovin při výrobě železa, pro hutní firmu je tedy ekonomičtější zajišťovat pokrytí jeho spotřeby vlastními silami.

Jestliže má být hlavním cílem této práce minimalizace rizik na základě analýz rizik přepravy NChL na podnikové vlečce, je zapotřebí mít dostatek relevantních informací a dat. Úvodní kapitoly proto zevrubně popisují technologie zabývající se produkcí a zpracováním NChL, podrobnější charakteristiky těchto látek a jejich množství. Dále pak popis přepravních cest včetně technologie dopravy. Výčet rizik a výsledky jejich analýz pak účelově vedou k návrhům na nápravná opatření s doporučením postupů při zvládání havárie, ale i k přípravě na tyto události. Hlavním předpokladem je tedy dobrá znalost celé problematiky v jejím komplexním pojetí.

Výše uvedená problematika je implementovaná do konkrétního prostředí hutní firmy, v současné době největšího výrobce oceli v České republice – ArcelorMittal Ostrava, a.s., dále jen AMO. Důvodů je hned několik. Jako dlouholetý zaměstnanec této firmy jsem prošel mnoha provozy v několika profesích. Měl jsem tedy možnost zúročit své dosavadní znalosti firmy i poměrně dobrý přístup k potřebným informacím. Dalším důvodem je velikost produkce závodu Koksovna. S roční výrobou 1,5 milionu tun je největším výrobcem koksu v České republice. Této produkci bude úměrné i množství NChL, které je

nutné podrobit analýze rizik. V AMO je management rizik na výborné úrovni a veškerá dokumentace v oblasti havarijního a bezpečnostního plánování je provedena v souladu s legislativou. Přesto se v měřítku tak velké firmy vždy najdou místa, která si s ohledem na zvýšení bezpečnosti zaslouží podrobení dalším analýzám. Tato práce řeší právě jedno z těchto mnoha míst – přepravu NChL na podnikové vlečce, která z hlediska možných havárií nebezpečných látek není podrobena hodnocení rizik v žádném legislativně daném dokumentu z hlediska ohrožení zdraví a životů osob a majetku. Nebezpečí těchto přeprav vidím jednak v tom, že chemické látky projedou velkou částí objektu, kde se nachází množství zaměstnanců, které je potřeba nějakým způsobem ochránit před možnými následky MU. Poněkud lepší je situace při hodnocení rizik dopadů na životní prostředí. Od roku 2013 musí mít každý provozovatel zpracované hodnocení rizik ekologické újmy. Dalším nebezpečím je fakt, že cisterny pojmu velké množství látky a svým pohybem získají značnou kinetickou energii, která zvyšuje následky havárie. Hodnocení těchto rizik v závěru práce může být podkladem pro nápravná a preventivní opatření ke zmírnění rizik, ke zvýšení ochrany zaměstnanců i obyvatel v okolí objektu, ale i k zefektivnění postupů zasahujících složek.

2. Rešerše

Při práci na této diplomové práci jsem vycházel ze dvou okruhů zdrojů. Tím prvním byla celá řada odborných publikací a článků, druhým pak legislativní dokumenty České republiky a interní dokumenty popisovaného hutního komplexu AMO.

Současný stav řešené problematiky je názorně popsán v odborné studii České technologické platformy bezpečnosti průmyslu, o. s. s názvem *Implementační akční plán (PS5 – Bezpečnost v dopravě)* [25]. Na tomto projektu pracoval kolektiv pěti odborníků z oblasti dopravy a bezpečnosti. Za Fakultu bezpečnostního inženýrství VŠB – TUO se na projektu podíleli Doc. Dr. Ing. Aleš Bernatík a Prof. RNDr. Pavel Danihelka, CSc. Autoři shrnují poznatky z řešení bezpečnosti přepravy nebezpečných látek po železnici a silnicích v České republice a v zahraničí. Výstupem jejich práce jsou doporučení a návrhy na zlepšení situace v dané oblasti.

Teoretická část diplomové práce začíná popisem míst s největším výskytem nebezpečných látek, které se v rámci hutní firmy přepravují v železničních cisternách na vlečce. Zevrubný popis významu těchto látek pro výrobní procesy jsem přejal z interních dokumentů AMO, například z *Havarijního plánu Závodu 10 – Koksovna* [3]. Informace o technologiích železniční dopravy na vlečce jsem čerpal z interního dokumentu AMO *Vlečkový řád* [14].

V oblasti informací o nebezpečí chemických látek, jejich vlastností, značení a klasifikaci jsem čerpal z knihy *Vývoj v oblasti nebezpečných chemických látek* [7] autorky Ivany Bártllové. Kniha podává ucelený přehled o nebezpečných látkách posazený do aktuálního právního prostředí České republiky a EU.

Při zpracování analýz přepravy nebezpečných látek jsem vycházel ze dvou publikací Aleše Bernatíka *Prevence závažných havárií I. a II* [17, 19]. Knihy podávají základní informace o prevenci závažných havárií a představují nejčastěji používané metody hodnocení rizik závažných havárií. Dávají do souvislosti historicky známé závažné havárie nebezpečných látek ve světě se změnami v legislativě ČR, zejména kategorizaci objektů / zařízení podle množství těchto látek.

Pro konkrétní výběr metod hodnocení a přijatelnosti rizik jsem si jako předlohu vybral knihu Aleše Bernatíka a Lenky Maléřové *Analýza rizik území* [20]. Jsou zde podrobně představeny nejčastěji používané metodiky ve světě i u nás. Jako nejvhodnější pro kvantitativní hodnocení rizik se ukázala holandská metoda Guideline for Quantitative Risk Assessment (*Purple book CPR 18E*) vydaná organizací TNO [18].

Legislativní základy problematiky závažných havárií jsou shrnuty v knize Ivany Bártlové *Prevence a připravenost na závažné havárie* [24]. V ČR započal legislativní proces dané oblasti v roce 1999 přijetím dnes již neplatného zákona č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií. Zákon harmonizoval náš právní systém s požadavky EU a OECD a splnil podmínky pro přistoupení k mezinárodním úmluvám řešícím problematiku závažných havárií. V rámci EU byla tato problematika upravena směrnicí Rady 82/501/EEC – tzv. SEVESO I direktivou a jejími dodatky, následně směrnicí Rady 96/82/EC – tzv. SEVESO II direktivou, která je v členských zemích EU uplatňována od února 1999. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU tzv. *SEVESO III, o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek* [26] a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES vstoupila v platnost 4. července 2012. Její účinnost je upravena vzhledem k nabytí účinnosti nařízení (ES) 1272/2008, tj. k 1. červnu 2015. Do té doby zůstává v platnosti směrnice SEVESO II. Zákon č. 353/1999 Sb., tedy aplikoval pro podmínky ČR tzv. SEVESO II direktivu.

Legislativa v oblasti nebezpečných látek je značně dynamická jak v EU, tak v České republice. V únoru 2004 byla vydána novela zákona č. 353/1999 Sb., - zákon č. 82/2004 Sb., který byl v platnosti do května 2006. Od 1. 6. 2006 vstoupil v platnost zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky [5] a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů. K provedení zákona o prevenci závažných havárií byly dále vydány další předpisy, například:

- NV č. 254/2006 Sb., o kontrole nebezpečných látek;
- vyhláška MŽP č. 255/2006 Sb., o rozsahu a způsobu zpracování hlášení o závažné havárii a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie;

- vyhláška MŽP č. 256/2006 Sb., o podrobnostech systému prevence závažných havárií;
- vyhláška MV č. 103/2006 Sb., o stanovení zásad pro vymezení zóny havarijního plánování a o rozsahu a způsobu vypracování vnějšího havarijního plánu;
- vyhláška MPO č. 250/2006 Sb., kterou se stanoví rozsah a obsah bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektů nebo zařízení zařazených do skupiny A nebo do skupiny B;
- zákon č. 371/2008 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích, platný do 31. 12. 2011;
- zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon).

Do zákona bylo provedeno i věcné provázání s krizovou legislativou:

- zákonem č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení;
- *zákonem č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému* [22];
- zákonem č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky.

Pro samotnou přepravu nebezpečných látek po železnici jsou závazné dva právní dokumenty. Především *zákon č. 266/1994 Sb., zákon o drahách ve znění pozdějších předpisů* [23] a mezinárodní smlouva jako tzv. přípojek C Úmluvy o mezinárodní železniční přepravě (COTIF) - *Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID)* [16]. V oblasti interních předpisů AMO lze pro přepravu nebezpečných látek vycházet z *Podnikové směrnice pro železniční přepravu nebezpečných věcí dle RID* [13].

V legislativě dopravy nebezpečných látek jsou zásadní mezery, na které už řadu let poukazují odborníci zabývající se touto problematikou. V ČR není právně stanovena jednotná metodika pro analýzy rizik přepravy nebezpečných látek (mimo metodiku hodnocení rizika ekologické újmy podle zákona č. 167/2008 Sb.). U objektů spadajících pod direktivu SEVESO je sice hodnocena přítomnost jednotlivých cisteren s látkami a jsou zařazeny do celkového limitu množství látek, poté ale mohou stát na seřaďovacím nádraží v libovolném počtu a utvořit vlak s jakýmkoli množstvím nebezpečných látek. Na to

navazuje nedostatečná provázanost mezi distributory těchto látek, jejich přepravci, státní správou a složkami IZS.

3. Procesy výroby na koksovně

V následujících kapitolách budou zevrubně popsány technologické principy výroby koksu a vysvětlena přítomnost NChL při výrobě a zpracování. Závod Koksovna v podniku AMO je největším výrobcem koksu v České republice. Dvě koksárenské baterie s pýchovým provozem a velkoprostorová koksárenská baterie se sypným provozem mají roční produkci cca 1,5 mil. tun koksu. V chemické části závodu jsou vyráběny chemické produkty (surový černouhelný dehet, surový koksárenský benzol, koksárenský plyn, kapalná síra), které jsou úspěšně expedovány na domácí i zahraniční trhy [1]. Na obrázku č. 1 je dislokace podniku AMO v ostravském regionu s umístěním koksovny v areálu podniku [2].



Obrázek č. 1: Dislokace AMO v regionu s umístěním Koksovny

3.1 Dislokace závodu Koksovna v rámci společnosti AMO

Závod Koksovna zaujímá plochu cca 0,65 km². Je situován na jihovýchodním okraji areálu podniku AMO, který leží na jihovýchodním okraji Ostravy. Závod leží podélně v ose sever-jih. Délka závodu je cca 1,65 km, šířka závodu v nejužším místě je cca 250 m, v

nejširším 600 m. Zeměpisné souřadnice podniku jsou 49° 48' s. š. a 18° 18' v. d. Nadmořská výška je cca 230 m. Na západní straně areálu jsou vysoké pece, na severní straně je kolejiště výtopny. Východní stranu závodu tvoří hranice a. s., za kterou ve vzdálenosti cca 1,5 km leží obce Radvanice a Bartovice. Jižní stranu závodu tvoří hranice a. s. a za ní ve vzdálenosti cca 250 m podnik MG ODRA GAS. Akciová společnost AMO leží mezi dvěma vodními toky. Na západní straně ve vzdálenosti cca 3 km se jedná o Ostravici, na východní straně (od hranice pozemku Koksovný) ve vzdálenosti 50 - 150 m protéká řeka Lučina.

3.2 Hlavní technologie výroby koksu

Koksárenská výroba zahrnuje tři hlavní celky – uhelnou službu, koksárenské baterie s odsunovými cestami a třídírnami a koksochemii. Základem výroby závodu je vysokoteplotní karbonizace černého uhlí. Produkty této karbonizace jsou pevné - metalurgický koks, kapalné - vysokoteplotní dehet a plynné - koksárenský plyn. Dehet i koksárenský plyn obsahují mnoho různých chemických sloučenin.

Celý proces výroby začíná v části uhelná služba, která slouží k přípravě a zpracování uhelné vsázky. Dále je uhlí upraveno v mlýnici na požadovanou zrnitost a transportováno do uhelných věží. Odtud je pak výtlačné a pěchovací stroje, respektive plnicí vůz, odebírají pro plnění komor.

Koksárenské baterie (KB) slouží k výrobě koksu a jsou komplexem koksovacích komor, kde probíhá tepelná pyrolýza vsazeného uhlí teplem, které do vsázky přestupuje z topných stěn při spalování topného plynu. K pyrolýze dochází za nepřístupu vzduchu a jejím výsledným produktem je koks a surový koksárenský plyn. AMO provozuje dvě baterie obsazované pěchovanou vsázkou a jednu plněnou sypanou vsázkou. Jako topného média je využíván koksárenský plyn, směsný plyn a degazační plyn. Celkové schéma technologie výroby koksu je znázorněno v příloze č. 1 [3, 4].

3.2.1 Provoz koksochemie

Provoz koksochemie zajišťuje odsávání a dopravu koksárenského plynu a jeho čištění, zpracování chemických výrobků a čištění fenolčpavkových vod (FČV). Technologicky je

členěn na kondenzaci, dopravu plynu, odstraňování amoniaku sulfanu z koksárenského plynu, absorpci a benzolku, biologickou čistírnu FČV, nakládací zařízení chemických produktů – surového dehtu, surového benzolu a síry.

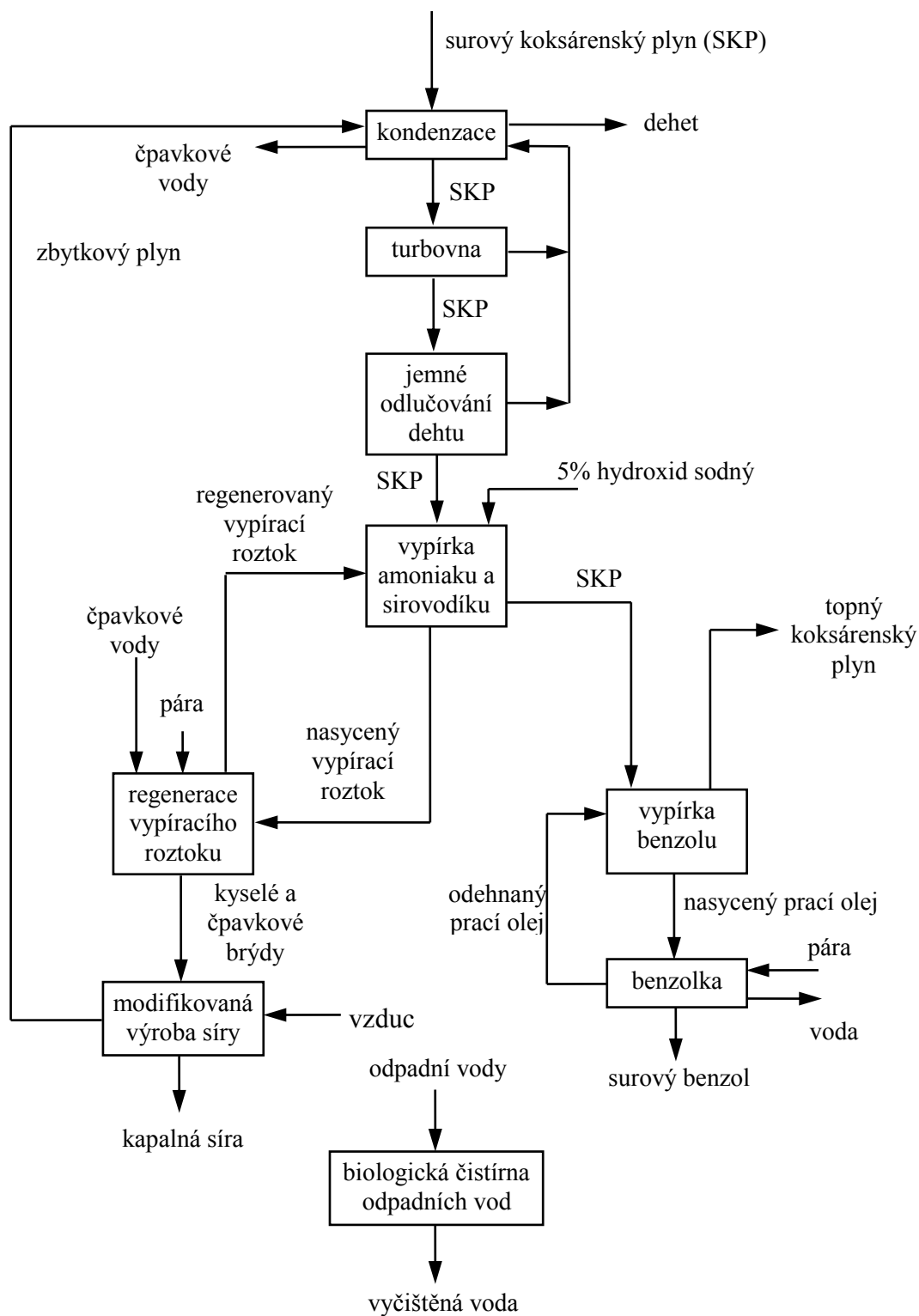
- Kondenzace zajišťuje chlazení surového koksárenského plynu, zpracování kondenzátu z tohoto chlazení včetně jeho rozdělení na FČV a dehet. Tato technologie je hermetizována.
- Soustava vedení plynu zajišťuje odsávání surového koksárenského plynu z KB a jeho další rozvod k technologiím pomocí turbodmychadel
- Odsíření a odstraňování amoniaku, sulfanu a kyanovodíku se děje v protiproudu vypíracími roztoky. Další čištění v pračce s integrovaným odlučovačem od benzenu, toluenu, xylenu (BTX) a naftalenu. Celá technologie je hermetizována, procesy působí pod inertní dusíkovou atmosférou.
- Provoz benzolka zajišťuje jednostupňové oddestilování uhlovodíků z nasyceného pracího oleje. Zařízení pro skladování nasyceného roztoku jsou hermetizována.
- V koksovacím procesu vzniká až $45 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ odpadní koksárenské vody. Zpracování FČV probíhá ve dvou stupních, kde se zbavuje amoniaku, sulfanu a kyanidů, dále je v biologické čistírně zbavena fenolu a dalších látek.

Chemické produkty jsou expedovány externím odběratelům v železničních cisternách, stáčení je prováděno za stálého odsávání plynné fáze, která je odváděna zpět do potrubí se surovým koksárenským plynem. Celkové schéma koksochemického provozu je na obrázku č. 2 [3].

3.3 Nebezpečné chemické látky

Na základě fyzikálně-chemických a toxických vlastností, požárně bezpečnostních charakteristik a s ohledem na skladované a manipulované množství a konkrétní podmínky na území závodu byla určena skupina nebezpečných látek, které při vzniku havárie mohou ohrozit bezpečnost a zdraví zaměstnanců závodu, externích zaměstnanců, obyvatelstva a životní prostředí (ohrožení vod, ovzduší a půdy). V tabulce č. 1 jsou uvedeny hlavní nebezpečné látky samostatně se na koksovně vyskytující a směsi těchto látek včetně základních informací [3].

VÝROBNÍ SCHÉMA KOKSOCHÉMIE



Obrázek č. 2: Celkové schéma koksochemického provozu

Tabulka č. 1: Nebezpečné chemické látky a jejich směsi na koksovně

Nebezpečné chemické látky na koksovně		
Název	Chemický vzorec	Charakteristika
Acetylen	C_2H_2	hořlavý, bezbarvý plyn, v čistém stavu páchnoucí po etheru, znečištěný páchne po česneku
Amoniak	NH_3	nehořlavý, bezbarvý, štiplavě páchnoucí, jedovatý plyn; vodný roztok je žiravina
Benzen	C_6H_6	hořlavá, bezbarvá, jedovatá, aromatická kapalina, karcinogen
Ethylen	C_2H_4	hořlavý, bezbarvý, nasládlé páchnoucí plyn
Fenol	C_6H_6O	hořlavá, bezbarvá až růžová, jedovatá pevná látka, char. zápachu; vodný roztok je žiravina
Hydroxid sodný	$NaOH$	bílá, hyroskopická pevná látka, žiravina
Kyanovodík	HCN	hořlavý, bezbarvý, po hořkých mandlích páchnoucí, prudce jedovatý plyn
Kyslík	O_2	bezbarvý plyn podporující hoření, bez zápachu
Methan	CH_4	hořlavý, bezbarvý, dusivý plyn, bez zápachu
Naftalen	$C_{10}H_8$	hořlavá, aromaticky páchnoucí krystalická látka
Oxid uhelnatý	CO	hořlavý, bezbarvý, jedovatý plyn, bez zápachu,
Oxid uhličitý	CO_2	nehořlavý, bezbarvý plyn, bez zápachu
Síra	S	hořlavá, pevná látka; od 119°C světle žlutá kapalina
Sirovodík	H_2S	hořlavý, bezbarvý, jedovatý plyn, páchnoucí po zkažených vejcích
Toluen	C_7H_8	hořlavá, bezbarvá, aromatická kapalina
Trimethyl-benzeny	C_9H_{12}	hořlavá, bezbarvá, aromatická kapalina
Vodík	H_2	hořlavý, bezbarvý plyn
Xyleny	C_8H_{10}	hořlavá, bezbarvá, aromatická kapalina
Směsi nebezpečných chemických látek na koksovně		
Název	Hlavní složky	Charakteristika
Benzol	benzen, toluen, xyleny, trimethyl-benzeny	hořlavá, nažloutlá, jedovatá, aromatická kapalina, karcinogenní
Čpavková voda	NH_4OH	žlutá až hnědá, štiplavě páchnoucí kapalina
Dehet	aromatické a hetero-cyklické sloučeniny	hořlavá, černá, hustá kapalina, obsahuje aromatické uhlovodíky karcinogenní (benzpyren)
Degazační plyn	CH_4, N_2, CO_2	hořlavý, bezbarvý plyn, bez zápachu
Koksárenský plyn	$H_2, CH_4, CO, CO_2, N_2, C_2H_4$	hořlavý, bezbarvý, jedovatý, zapáchající plyn
Prací olej	vyšší aromatické a hetero-cyklické sl.	tmavohnědá kapalina dehtového zápachu
Voda z odvodňovačů	H_2O , fenoly, (kyanidy)	nažloutlá, zapáchající kapalina
Vysokopeční plyn	N_2, CO, CO_2, H_2	hořlavý, bezbarvý, jedovatý plyn bez zápachu

Pro potřeby této práce jsou dále vybrány jen ty látky, které se přepravují v cisternách na podnikové vlečce a přepravované množství látky je tak velké, že jeho případná havárie může výrazně ohrozit bezpečnost zaměstnanců, obyvatel v okolí podniku nebo životní prostředí. Dále se nesmí zapomínat na možnost vzniku domino efektu. I když některé NChL jsou v podlimitním množství, může dojít k jejich iniciaci vzhledem k blízkosti jiných nebezpečných látek, následně pak ke zhoršení průběhu celé havárie. Z tohoto důvodu je potřeba uvádět všechny NChL, byť se jejich množství nebo charakter zdá nevýznamný. Další text se bude zabývat i možným ovlivněním jednotlivých látek při havárii.

Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky určuje limitní množství NChL přítomných v objektu, na které musí provozovatel uplatnit analýzy rizik včetně dalších kroků vyplývajících z tohoto zákona. Tyto analýzy jsou součástí např. Bezpečnostní zprávy, havarijních plánů apod. [5]. V tabulce č. 2 je seznam NChL vybraných dle následujících kritérií pro další analýzu rizik [6] a jejich přepravovaná množství:

- látka přepravovaná na podnikové vlečce;
- množství látky významné pro vznik havárie nebo odpovídající množství uvedené v příloze č. 1 zákona č. 59/2006 Sb. [5];
- látka, která by mohla přispět k domino efektu vzhledem k ostatním NChL.

Tabulka č. 2: Nebezpečné látky vybrané k další analýze a jejich přepravované množství

Název látky	Množství látky přepravené za rok (2012, 2013) [t]	Průměrné množství přepravené látky za měsíc [t]
BENZOL	12 000	1 000
DEHET	48 000	4 000
SÍRA	600	50
PRACÍ OLEJ	1 250	105
HYDROXID SODNÝ	1 800	150

3.3.1 Právní rámec v oblasti NChL

V následujících kapitolách jsou stručně popsány charakteristiky jednotlivých NChL vycházející z bezpečnostních listů vypracovaných dle vyhlášky č. 231/2004 Sb. V současné době dochází k harmonizaci klasifikace, balení a označování nebezpečných látek a přípravků, aby se zajistila ochrana zdraví a životního prostředí a volný pohyb těchto produktů. Tyto předpisy týkající se klasifikace, balení a označování nebezpečných látek byly pozměněny, když vstoupilo v platnost nové nařízení (ES) č. 1272/2008 (nařízení REACH) a byla vytvořena Evropská agentura pro chemické látky REACH. Tím došlo i ke zrušení zákona č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích, který byl nahrazen zákonem č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). Z tohoto důvodu není v dalším textu použito charakteristik dle Směrnice Rady 67/548/EHS ze dne 27. června 1967 ve smyslu původních R-vět a S-vět. Výjimku tvoří charakteristika pracího oleje, kde ještě nebyla provedena registrace podle č. 1907/2006/ES o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (nařízení CLP) [7, 24].

Následující charakteristiky nebezpečných látek jsou převzaty z bezpečnostních listů. Parametr látky Index nebezpečnosti je tzv. Kemlerův kód.

3.3.2 Benzol – charakteristika

Benzol je látka získaná z uhlí a obsahuje tyto hlavní složky: benzen, toluen, xyleny. Nejprve je extrahován jako plynná fáze koksárenského plynu absorpcí s pracími oleji. Pak je dále z pracího oleje destilován a extrahován do kapalné fáze. Tato látka podléhá režimu dle „Přísně kontrolovaných podmínek“ v souladu s nařízením REACH čl. 18(4) pro přepravované izolované meziprodukty [8].

CAS číslo: 65996-78-3

REACH Registrační číslo: 01-2119519215-46-0023

UN číslo pro pozemní přepravu (ADR / RID): UN 3295 alternativně UN 1993

Třída nebezpečnosti pro pozemní přepravu (ADR / RID): Třída 3, Index nebezpečnosti 33

Obalová skupina pro pozemní přepravu (ADR / RID): Obalová skupina II

Standardní věty o nebezpečnosti (H – věty):

- H225: Vysoce hořlavá kapalina a páry;
- H304: Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt;
- H315: Dráždí kůži;
- H319: Způsobuje vážné podráždění očí;
- H336: Může způsobit ospalost nebo závratě;
- H340: Může vyvolat genetické poškození;
- H350: Může vyvolat rakovinu;
- H361: Podezření na poškození reprodukční schopnosti nebo plodu v těle matky;
- H372: Způsobuje poškození orgánů;
- H411: Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

Označení dle nařízení (ES) 1272/2008 – CLP



GHS 02: hořlavé látky



GHS 07: dráždivé látky



GHS 08: látky nebezpečné pro zdraví



GHS 09: látky nebezpečné pro životní prostředí

3.3.3 Černouhelný dehet – charakteristika

Černouhelný dehet se získává z kondenzace koksárenského plynu – vedlejšího produktu rozkladné dávkové destilace černého uhlí v koksovně. Poté je dále zpracováván dekantací a odstředěním k oddělení vody a pevných částic. Nakonec je přečerpán do skladovacího zásobníku. Tvoří ho převážně složitá směs řetězců aromatických uhlovodíků. Může obsahovat menší množství fenolických sloučenin a aromatických dusíkatých bází. Tato látka podléhá režimu dle „Přísně kontrolovaných podmínek“ v souladu s nařízením REACH čl. 18 (4) pro přepravované izolované meziprodukty [9].

CAS číslo: 65996-89-6

REACH Registrační číslo: 01-2119511615-46-0019

UN číslo pro pozemní přepravu (ADR / RID): UN 3082

Třída nebezpečnosti pro pozemní přepravu (ADR / RID): Třída 9, Index nebezpečnosti 90

Obalová skupina pro pozemní přepravu (ADR / RID): Obalová skupina III

Standardní věty o nebezpečnosti (H – věty):

- H317 Může vyvolat alergickou kožní reakci;
- H340 Může vyvolat genetické poškození;
- H350 Může vyvolat rakovinu;
- H360 Může poškodit reprodukční schopnost nebo plod v těle matky;
- H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

Označení dle nařízení (ES) 1272/2008 – CLP



GHS 08: látky nebezpečné pro zdraví



GHS 07: dráždivé látky



GHS 09: látky nebezpečné pro životní prostředí

3.3.4 Síra tekutá – charakteristika

Procesní plyn vzniká během výroby koksu v koksárenské baterii pyrolýzou při vysokých teplotách. Tento plyn obsahuje sirovodík (H_2S). Síra může být extrahována přímým způsobem pomocí Claussova hydrodesulfurizačního procesu. Tato sekundární reakce se provádí za pomoci katalyzátoru s TiO_2 . Poté je síra kondenzována. Látka může obsahovat malá množství nečistot, např. uhlovodíky, těkavé organické sloučeniny (VOC), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) a těžké kovy [10].

CAS číslo: 77043-49-9

REACH Registrační číslo: 01-2119487295-27-0084

UN číslo pro pozemní přepravu (ADR / RID): UN 2448

Třída nebezpečnosti pro pozemní přepravu (ADR / RID): Třída 4.1, Kód klasifikace F3

Obalová skupina pro pozemní přepravu (ADR / RID): Obalová skupina III

Standardní věty o nebezpečnosti (H – věty):

- H315: Dráždí kůži.

Označení dle nařízení (ES) 1272/2008 – CLP



GHS 07: dráždivé látky

I když je tekutá síra zařazena pouze mezi látky dráždivé, může vyvolat vznik oxidu siřičitého a toxického a hořlavého sirovodíku. Při styku látky o vysoké teplotě s kůží působí těžké popáleniny. Při zasažení očí způsobuje popáleniny, poškození rohovky a oslepnutí.

3.3.5 Prací olej – charakteristika

Prací olej je surovina pro hutní průmysl - vypírání benzolu na koksovárnách, čištění zařízení v průmyslových objektech, čištění přepravních cisteren ve vyhrazených speciálních zařízeních. Rozpouštědlo pro průmyslové použití [11].

CAS číslo: 90640-84-9

REACH Registrační číslo: dosud není registrace

UN číslo pro pozemní přepravu (ADR / RID): UN 3082

Třída nebezpečnosti pro pozemní přepravu (ADR / RID): Třída 9, Index nebezpečnosti 90

Obalová skupina pro pozemní přepravu (ADR / RID): Obalová skupina III

Rizikové R – věty dle Směrnice Rady 67/548/EHS:

- R40: Podezření na karcinogenní účinky;
- R43: Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží;
- R45: Může vyvolat rakovinu;
- R46: Může vyvolat poškození dědičných vlastností;
- R48/21: Zdraví škodlivý: nebezpečí vážného poškození zdraví při dlouhodobé expozici stykem s kůží;
- R60: Může poškodit reprodukční schopnost;
- R61: Může poškodit plod v těle matky;
- R65: Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic;
- R68: Možné nebezpečí nevratných účinků;

- R50/53: Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí;
- R51/53: Toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.

Označení dle Směrnice Rady 67/548/EHS:



3.3.6 Hydroxid sodný – charakteristika

Hydroxid sodný (NaOH) je silně zásaditá anorganická sloučenina. V čistém stavu je to pevná bílá látka ve formě peciček, lístečků nebo granulí, silně hygroskopická a pohlcující oxid uhličitý ze vzduchu, čímž vzniká uhličitán sodný; proto musí být uchovávána v hermeticky uzavřených obalech. Hydroxid sodný má velice široké použití v chemickém průmyslu i v hutnictví při úpravách vody a odlučování amoniaku a sirovodíku [12].

CAS číslo: 1310-73-2

REACH Registrační číslo: 01-2119457892-27-0051

UN číslo pro pozemní přepravu (ADR / RID): UN1824

Třída nebezpečnosti pro pozemní přepravu (ADR / RID): Třída 8, Kód nebezpečnosti 80

Obalová skupina pro pozemní přepravu (ADR / RID): Obalová skupina II

Standardní věty o nebezpečnosti (H – věty):

- H314: Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí;
- H290: Může být korozivní pro kovy.

Označení dle nařízení (ES) 1272/2008 – CLP:



GHS 05: Korozivní a žíravé látky

4. Dopravní technologie na vlečce

Výše popsané chemické látky jsou na místa určení přepravovány v železničních cisternách zejména z důvodů ekonomických, ale i bezpečnostních. Jejich nakládce a vykládce jsou přizpůsobeny technologii. Ostatní NChL jsou dopravovány prostředky silniční dopravy nebo jsou v nevýznamném množství. Sledované dopravní trasy jsou v rozmezí míst nakládky / vykládky provozu koksochemie a přípojových stanic - zaústění do dráhy celostátní.

4.1 Právní rámec v oblasti dopravy

Hlavním právním předpisem v oblasti železniční dopravy je zákon číslo 266/1994 Sb., zákon o drahách ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie. Doprava NChL po železnici se všeobecně řídí podle Úmluvy o mezinárodní železniční přepravě (COTIF), konkrétně Řádem pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID). Vnitřní předpis pro provozování vlečky a drážní dopravy na vlečce AMO řídí Vlečkový řád [14] podléhající výše uvedeným zákonům. Všichni provozovatelé drážní dopravy vydávají vlastní organizační směrnice a nařízení, v AMO je to například Podniková směrnice pro železniční přepravu nebezpečných věcí dle RID [13].

4.2 Přepravní trasy NChL

Veškerý pohyb cisternových železničních vozů s NChL je realizován mezi místy vykládky / nakládky a přípojovými stanicemi pro vzájemnou odevzdávku vozů. Ložené i prázdné vozy z ČD jsou pro dráhu - vlečku AMO odevzdávány v ŽST Ostrava - Bartovice. Na vstupu do vlečky je to hydroxid sodný, prací olej a prázdné cisterny k nakládce dalších NChL. Ložené i prázdné vozy z dráhy - vlečky AMO jsou pro ČD odevzdávány v ŽST Ostrava - Kunčice. Výstupem z vlečky prochází cisterny s benzolem, roztavenou sírou, surovým dehtem a prázdné cisterny po vykládce. Vzhledem ke zbytkům látek a nahromaděným výparům je potřeba k prázdným cisternám přistupovat stejně jako k vozům loženým. Specifikace přepravních tras je popsána pro nejčastěji používané koleje pro tento účel. Protože je kolejiště vlečky AMO značně rozvětvené, jsou možné drobné odchylky

z důvodu obsazenosti některých kolejí nebo nesjízdnosti částí běžné trasy z důvodu oprav, rekonstrukce apod.

Při pohybu v místech nakládky / vykládky platí celá řada bezpečnostních opatření. V celém obvodu koksochemie je zakázáno kouřit a manipulovat s otevřeným ohněm. Veškerému posunu v těchto místech je třeba věnovat zvýšenou pozornost a s železničními vozy posunovat s maximální opatrností, hlavně v úseku stáčecích míst nakládky a vykládky. Pracovníci dopravy jsou povinni respektovat požární cesty, přístupy k technologiím, řádně označené přejezdy a nezastavovat je železničními vozy [13, 14].

4.2.1 Přeprava NChL po vstupu na vlečku

Cisterny s hydroxidem sodným a pracím olejem jsou do kolejiště Vjezdového nádraží přistaveny dopravcem z přípojové železniční stanice Ostrava – Bartovice a zajištěny dle předpisů svými zaměstnanci. Poté jsou vozy zaevidovány do informačního systému AMO komerční službou a zároveň podrobeny kontrole pracovníků vozové služby. Ti provádějí technickou a komerční prohlídku vagonů zaměřenou zejména na stav podvozku, brzdového soustrojí, zavěšovacího soustrojí a nárazníků. Součástí prohlídky je kontrola správně vyplněných zásilacích dokladů a označení vozů. Vozy poškozené nebo jinak nezpůsobilé k další přepravě jsou nahlášeny k odstranění závad, popřípadě odstaveny. Další pohyb vozů je řízen výpravčím podle požadavků dopravního dispečinku a požadavků jednotlivých provozů na přistavení vozů. Přijaté vozy jsou připraveny pracovníky dopravy a přepraveny přes kolejovou váhu a monitorovací radiační zařízení do kolejiště Třídícího nádraží. V Třídícím nádraží jsou vagony sestaveny dle místa určení. Do míst vykládky jsou cisterny s hydroxidem sodným a pracím olejem přepraveny na příkaz výpravčího po kontrole posunovací četou a svěšení s hnacím vozidlem. Výpravčí realizuje posunovou cestu ze svého pracoviště pomocí programovatelného zabezpečovacího zařízení. Výhybky v oblasti Třídícího nádraží jsou přestavovány ústředně s elektronickou kontrolou koncové polohy, pokyn k posunu je zadávám návěstidly a pomocí radiostanice strojvedoucímu nebo vedoucímu posunu. Výhybky v obvodu koksochemie jsou přestavovány ručně. Pohyb drážních vozidel je řízen vedoucím posunu na základě komunikace radiostanicí a ústních pokynů pověřených zaměstnanců koksochemie. V případě posunu více hnacích drážních

vozidel současně, se musí zaměstnanci řídící posun vzájemně dohodnout [14]. Místa vykládky jsou označena na mapě v příloze č. 2.

Další specifikace přepravní trasy [14]:

- délka přepravní trasy z Vjezdového nádraží do místa vykládky je cca 2,1 km;
- sklonové poměry kolejí jsou 0 – 4 o/oo se sklonem na koksochemii;
 - Vjezdové nádraží 0 o/oo;
 - Třídící nádraží 2,7 o/oo;
 - koksochemie 1,3 o/oo;
 - spojovací kolej č. 370 4 o/oo;
- počet pojížděných výhybek je cca 19 ks;
- počet křížení koleje s pozemní komunikací – 1 ks železniční přejezd nestřežený;
- součástí přípojové stanice je nástupiště osobní přepravy cestujících vzdálené cca 30 m od vjezdových kolejí ;
- maximální rychlost soupravy do 20 km / hod.

4.2.2 Přeprava NChL k výstupu z vlečky

Po naložení v místech nakládky, popřípadě jejich vyprázdnění v místě vykládky jsou cisterny prohlédnuty pověřeným zaměstnancem koksovny a opatřeny průvodními doklady. Následuje kontrola vozů posunovací četou, svěšení vozů a jejich přesun dle příkazu výpravčího do obvodu Třídícího nádraží ke zvážení. Odtud jsou cisterny přesunuty do přípojové stanice Ostrava – Kunčice. Souhlas k jízdě přesunu z vlečky vydává příslušný výpravčí vlečky po dohodě s výpravčím ŽST v Ostravě – Kunčicích. Po odsunu jsou vozy dle předpisu zajištěny pracovníky posunové čety. Předávku vozů mezi ČD a AMO provádí pověřený zaměstnanec vozové služby. Pokud jsou na vozech zjištěny technické závady, jsou opraveny na místě nebo dojde k vrácení vozů zpět na vlečku AMO. Veškeré dopravní cesty na trase přesunu jsou řízeny dálkově pomocí programovatelného zabezpečovacího zařízení. Všechny výhybky jsou představovány ústředně s elektronickou kontrolou koncové polohy, pokyn k posunu / přesunu je zadávám návěstidly a pomocí radiostanice strojvedoucímu nebo vedoucímu posunu [14]. Místa nakládky jsou označeny na mapě v příloze č. 2.

Další specifikace přepravní trasy [14]:

- délka přepravní trasy z koksochemie do ŽST Ostrava - Kunčice přes váhu v Třídícím nádraží je cca 8,5 km;
- sklonové poměry kolejí jsou 0 – 10 o/oo;
 - Třídící nádraží 2,7 o/oo;
 - koksochemie 1,3 o/oo;
 - spojovací kolej č. 2: 6 o/oo;
 - spojovací kolej č. 515: 9 o/oo;
 - spojovací kolej č. 326: 10 o/oo;
- počet pojížděných výhybek je cca 50 ks;
- počet křížení koleje s pozemní komunikací – 2 ks železniční přejezd nestřežený;
- počet křížení koleje s pozemní komunikací pro přesun cisteren s dehtem – 2 ks železniční přejezd nestřežený a 4 ks železničních přejezdů s komunikacemi menšího významu v provozu koksochemie;
- součástí přípojové stanice je nástupiště osobní přepravy cestujících vzdálené cca 30 m od vjezdových kolejí;
- maximální rychlost soupravy do 20 km / hod.

4.2.3 Specifika pohybu vozů s dehtem

Místo pro nakládku dehtu do cisteren je umístěno v nejvzdálenější části koksochemie. Z tohoto důvodu soupravy s dehtem kříží místní pozemní komunikaci v dalších čtyřech místech. Přistavba vozů k nakládce je prováděna pracovníky dopravy na základě požadavku koksovny. První vůz od lokomotivy se přistaví pod stáčecí místo, ostatní dle požadavku obsluhy. Nakládací místo je kryto signalizací dopravní obsluhy u poháněcí stanice. Po přistavení železničních vozů a odpojení lokomotivy obsluha zruší souhlas k vjezdu do prostoru nakládky, což je signalizováno rozsvícením červeného světla na stožáru se signalizací pro dopravní obsluhu.

Další pohyb kolem stáčecího zařízení je realizováno lanovým posunovacím zařízením typu LPV – 60. Jde o posunovací vozík se soustavou kladek a tažným lanem. Tažná síla je převáděna lanem na posunovací vozík a tlačnými rolkami na nápravu posunované

soupravy. Posunovací zařízení je ovládáno obsluhou rádiově dálkově z místa nakládky. Maximální počet posunovaných vozů činí devět čtyřnápravových vozů (720 t) [3].

4.2.4 Cisternové vozy pro přepravu NChL

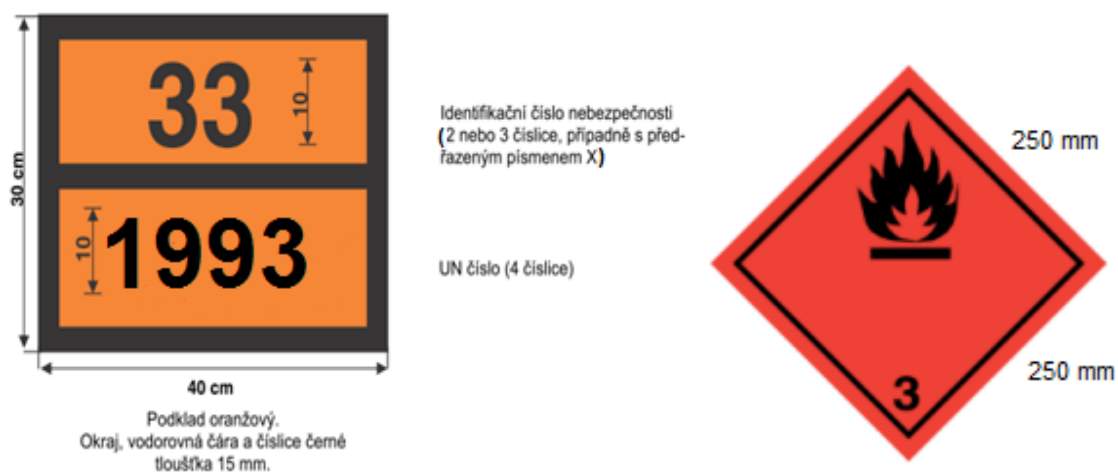
Cisterny pro přepravu NChL jsou jedním z nejsledovanějších článků v celém přepravním řetězci. Kovový obal cisterny je jediná překážka mezi nebezpečnou látkou a okolím. Celý vůz při pohybu nabírá značnou kinetickou energii, která závisí na jeho rychlosti a hmotnosti. Cisternové vozy podléhají přísným bezpečnostním předpisům a ostatním požadavkům vycházejícím z mezinárodní smlouvy RID. K přepravě mohou být použity jen vozy řádně označené s platnou revizní zkouškou a v náležitém technickém stavu. Pro různé specifikace látek mohou být použity pouze cisterny pro danou látku schválené. Příklad schvalovacího osvědčení vydaného pro cisternu na přepravu louhu sodného je na obrázku č. 3 [15].

Evidenční číslo: SOTD 071/K	TP: TP 1 - 343	Typ: 9-369.0	Vydáno: 2.11.1990 Platnost: . .	Zmena: 27.8.2007
Popis: tlaková nádoba cisterny určené na přepravu hydroxidu sodného				
Kód cisterny: L4BH	ZU: TE4 TE6	Výrobce: Vegyész Salgótarján	Materiál (pl/dn): KL 2 D	
Objem: 41140	Prov tlak:	Zkuš tlak: 0,4	Vyp tlak: 0,4	Tepl. min/max: -20 /40 KL 2 D
Žadatel:	Č.j.:	Ze dne: . .	Vykres: 41-72974-2-00, KrN-3-127-1 až 4 dle Dodatku č.1	
Látky: Nebezpečné látky podle předpisu RID, které odpovídají kódu cisterny L4BH a které jsou snášlivé s vlastnostmi cisterny. Pokud jsou pro tyto látky stanovena zvláštní ustanovení TE4, TE6, cisterna pro jejich přepravu vyhovuje.				
Plnicí zařízení: Průlez DN 500, víko se 4 šrouby.				
Vypr. zař.: spodní středová výpust DN 150, koncové ventily DN 100,				
Odvzd. zař.:				
Poj. zař.:				
Vyhř. zař.: Vnitřní vyhřívací zařízení.				
Izol. zař.: Vnější tepelná izolace o tl. 100 mm dle Dodatku č.1				
Ostatní: Vnitřní pogumování, 2 ks technologické průlezy DN 600.				
Dodatky:				

Obrázek č. 3: Schvalovací osvědčení pro cisternu na přepravu NChL

Podle ustanovení v RID musí být každá nádrž cisternového vozu pro přepravu nebezpečných věcí opatřena kovovým štítkem odolným proti korozi, který je trvale připevněn k nádrži na místě snadno přístupném při prohlídce. Na tomto štítku musí být vyražením nebo jiným obdobným způsobem vyznačeny stanovené údaje. Podle tohoto ustanovení mohou být tyto údaje vyryty přímo do stěn vlastní nádrže, jsou-li stěny natolik zesílené, aby se nezmenšila pevnost nádrže. Značení jiným než stanoveným způsobem

(např. samolepící nálepkou) není přípustné. Vzory štítků s uvedením rozměrů jsou na obrázku č. 4 [16].



Obrázek č. 4: Vzory bezpečnostních tabulek na cisternách pro přepravu NChL (benzol)

5. Analýza a hodnocení rizik přepravy NChL

Hodnocený průmyslový objekt vyrábí a expeduje značené množství nebezpečných látek, které představují pro člověka určité riziko spojené především s toxicitou, hořlavostí a výbušností. Objemy těchto látek, četnost jejich přepravy a nezbytná přítomnost zaměstnanců a obyvatel v okolí objektu vyvolává nutnost hodnocení a řízení rizik.

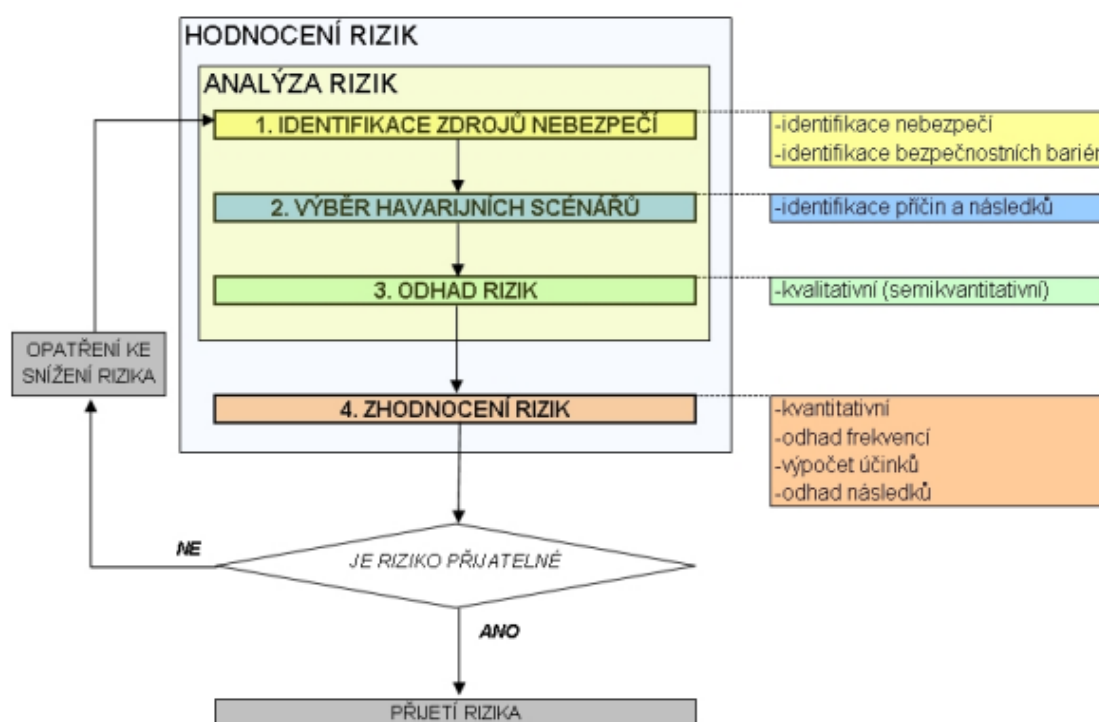
Pro provedení kvantitativní analýzy rizik přepravy nebezpečných látek není předepisována EU ani českými předpisy žádná jednotná metodika. Mezi nejznámější metody hodnocení rizik přepravy nebezpečných látek patří metodika Guideline for Chemical Transportation Risk Analysis (TRA) amerického institutu chemického inženýrství (AIChE) a holandská metodika Guideline for Quantitative Risk Assessment (Purple book CPR 18E) vydaná organizací TNO [17, 19].

Pro účely kvantitativního hodnocení rizik (QRA) nebezpečných látek jsem použil doporučený postup hodnocení rizik přepravních aktivit, který je uveden ve druhé části publikace Purple Book CPR 18E. Postup je založen na analýze zpráv o haváriích v minulosti. Tento holandský manuál a jeho pravidla pro realizaci studií rizik je vhodný pro přepravu NChL po veřejných komunikacích vozidly, vlaky, vodní dopravou a potrubím. Samostatná kapitola pojednává o použití metody v podmínkách vleček a seřaďovacích nádraží. Tento postup lze aplikovat na látky zařazené jako výbušné, toxické nebo hořlavé, v našem případě na surový benzol [18].

Další námi přepravované látky nevykazují tak výrazné hořlavé nebo toxické vlastnosti, jsou to však směsi látek s určitým podílem hořlavé látky (mimo NaOH), která se může po iniciaci vznítit nebo dojít k explozi nasycených par. Je to černouhelný dehet, kapalná síra a prací olej. Na tyto látky aplikuji indexovou metodu požáru a výbuchu F&E Index společnosti Dow. Metoda je limitovaná minimálním množstvím přítomné látky 454 kg. Stanoví index požáru a výbuchu, podle kterého je provozní zařízení (cisterna) charakterizováno jednou z pěti kategorií nebezpečnosti [17].

V řádném hodnocení, zda riziko dopravy nebezpečných látek po určité trase vyhovuje bezpečnostním požadavkům pro okolí, by měla být stanovena výše rizika. Naštěstí není vždy nezbytné provádět detailní, časově náročnou a nákladnou kvantitativní analýzu rizik.

Porovnání frekvence ročních dopravních toků s mezními hodnotami dává první rychlý přehled o úrovni rizik. V metodice je určeno, že pokud je roční frekvence dopravy po trase menší než mezní hodnota, kvantifikace rizik z hlediska bezpečnosti okolí není potřebná. V těchto případech formálně neexistují problémy s bezpečností okolí, ačkoliv se samozřejmě mohou vyskytnout nehody s únikem nebezpečných látek. Ve své práci zohledňuji i menší frekvence těchto přeprav. Samozřejmě kdykoli jsou mezní hodnoty překročeny nebo nejsou použitelné pro specifické situace, kvantifikace rizik by měla být provedena [20]. Celý proces hodnocení rizik je schematicky znázorněn na obrázku č. 5.



Obrázek č. 5: Proces hodnocení rizik dle ISO/IEC 73:2002 [20].

5.1 Kvantitativní hodnocení rizik

Pro zpracování QRA technického systému je prvním krokem definování tohoto systému, jeho vlastností a hranic. Přepravní systémy představují z tohoto hlediska speciální problémy. Mohou se týkat širokého výběru možných havárií - místních podmínek a také širokého výběru přepravních jednotek a látek.

Tato kapitola podává přehled detailní QRA železniční přepravy nebezpečných látek v cisternách na seřadovacích nádražích a na vlečkách. Jsou zde definovány úniky nebezpečných látek (LOC), které musí být zahrnuty do QRA. Dále jsou uvedeny odpovídající frekvence poškození a různé scénáře úniku a jejich pravděpodobnosti. Modelování podmínek zdrojů, rozptylu a škod bude provedeno v další části práce.

Jak již bylo uvedeno, QRA se zabývá nebezpečnými látkami s převažujícími vlastnostmi toxicity a hořlavosti. Z námi přepravovaných látek této klasifikaci odpovídá surový benzol s tzv. Kemlerovým kódem 33. Pravidla pro QRA jsou obecná a jsou použitelná pro železniční koleje, seřadovací nádraží a vlečky. Základními údaji pro provedení QRA jsou [18]:

- popis dopravního toku (počet plných cisteren za rok podle látek nebo kategorií);
- popis přepravní jednotky (charakteristika nákladu);
- popis přepravní trasy;
- popis seřadovacích nádraží nebo soukromých vleček;
- popis aktivit na seřadovacích nádražích nebo soukromých vlečkách;
- frekvence havárií;
- popis zdrojů iniciace;
- vlastnosti přepravovaných (reprezentativních) látek;
- klasifikace území v okolí přepravní trasy;
- meteorologická data;
- rozmístění obyvatelstva v okolí přepravní trasy, seřadovacího nádraží nebo vlečky a počty zaměstnanců.

5.1.1 Popis dopravního toku

Popis dopravního toku znamená určení počtu plných cisteren za určité časové období, v našem případě za jeden rok. Surový benzol je zařazen do kategorie hořlavých kapalin (LF), zároveň jde o látku toxickou. Roční výroba surového benzolu představuje množství 12.000 t expedované v cca 260 cisternách. Je třeba brát do úvahy, že ne vždy je možné využít plnou kapacitu cisterny (50 t), zohledňují se výrobní a dopravní možnosti. Do jedné

přepravované soupravy bývají obvykle zařazeny 4 cisterny s jednotkovým objemem 61 m³ [6].

5.1.2 Popis přepravní jednotky

Nebezpečné látky se přepravují v cisternách určených pro danou látku. Surový benzol v kategorii látky LF je možný přepravovat v cisternách s kódem L1, 5CN, LGBF. Látky jsou v cisternách přepravovány za běžného atmosférického tlaku. Cisterny s kódy cisteren odlišnými od kódů výše uvedených mohou být též používány, pokud jakákoli další část (číslice nebo písmeno) částí 1 až 4 těchto kódů cisteren odpovídá úrovni bezpečnosti nejméně rovnocenné odpovídající části kódu cisterny, a to podle následujícího vzestupného pořadí [15]:

- Část 1: Typy cisteren
L – bez možnosti alternativy
- Část 2: Výpočtový tlak
 $G \rightarrow 1,5 \rightarrow 2,65 \rightarrow 4 \rightarrow 10 \rightarrow 15 \rightarrow 21 \text{ bar}$
- Část 3: Otvory
 $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$
- Část 4: Pojistné ventily / zařízení
 $V \rightarrow F \rightarrow N \rightarrow H$

5.1.3 Popis přepravní trasy

Specifikace přepravních tras jsou podrobně popsány v kapitolách 4.2.1 a 4.2.2. Trasy budou pro potřeby QRA dále děleny na vlečku a seřaďovací nádraží, protože obě fáze přepravy poskytují různá rizika. Seřaďovacím nádražím je v našem případě ŽST Ostrava – Kunčice, vlečkou je kolejiště spojující místa nakládky a seřaďovací nádraží v délce 8,5 km [14].

5.1.4 Popis seřad'ovacího nádraží a vlečky včetně aktivit

V seřad'ovacím nádraží ŽST Ostrava – Kunčice se uskutečňují veškeré předávky ložených a i prázdných vozů z podniku AMO, tedy i cisterny se surovým benzoem. ŽST Ostrava – Kunčice se nachází na západním okraji podniku AMO, leží na trase spojující ostravské hlavní a svinovské nádraží s Frýdkem Místkem. Nádraží je primárně určeno k odbavování vlaků nákladní a osobní přepravy a jejich sestavování. Ovládání technologií jízdních cest se děje centrálně z řídicí místnosti výpravčího.

Vlečka AMO se rozkládá na celém území podniku, spojuje veškeré výrobní závody, skladovací prostory surovin a přípojové stanice. Na vlečce se realizují přepravy hotových výrobků, tekutého železa a oceli, přeprava surovin a další posuny a přesuny mezi jednotlivými dopravními obvody. Kolejiště je zabezpečeno několika druhy zabezpečovacího zařízení podle postupu modernizace vlečky. Ovládání posunových a přesunových cest zabezpečuje několik výpravčích podle rozdělení vlečky do obvodů.

5.1.5 Frekvence a pravděpodobnost havárií

Havárie je v Purple Book CPR 18E definována, jako únik nebezpečných látek (LOC) z cisterny. LOC pro železniční dopravu představuje modelové situace úniku z díry v průměru 75 mm (3 palce) nebo roztržení cisterny. Pro definování scénářů havárií používaných ke stanovení frekvence havárií jsou zdůrazněny rozdíly mezi vlečkou, seřad'ovacím nádražím a železnicí [18].

Frekvence havárií na vlečce byla metodikou stanovena takto:

- $1,1 \cdot 10^{-6}$ /vagón a km pro kolejovou část;
- $8,4 \cdot 10^{-7}$ /vagón pro nádražní část.

Pravděpodobnost výtoku pro atmosférické cisterny na vlečce:

- pro srážku $P = 0,1$;
- pro havárii jedné cisterny $P = 0,1$.

Pro seřadovací nádraží je identifikováno osm rozdílných scénářů. Zda se scénář může odehrát, závisí na provozování nádraží. Plný seznam scénářů havárií je následující:

- scénář 1: srážka vlaku na příjezdu nebo odjezdu z nádraží;
- scénář 2: srážka mezi příjíždějícím/odjíždějícím vlakem a řadou vagónů;
- scénář 3: srážka mezi řadou vagónů a vlakem, který je posunován nebo seřazován;
- scénář 4: srážka při výměně lokomotiv;
- scénář 5: havárie pouze jedné cisterny;
- scénář 6: havárie při posunování;
- scénář 7: vlastní selhání cisterny.

V tabulce č. 3 je frekvence havárií a pravděpodobnosti výtoku z atmosférické cisterny pro seřadovací nádraží. Výsledné hodnoty frekvencí jsou vypočteny dle metodiky pro konkrétní případy přeprav.

Tabulka č. 3: Frekvence havárií a pravděpodobnost výtoku za rok.

Scénář		Frekvence havárií / rok	Pravděpodobnost výtoku / rok
1.	Příjezd / odjezd	$5,5 \cdot 10^{-6}$ na vlak	0,1
2.	Srážka s řadou vagónů	$2,12 \cdot 10^{-5}$ na vlak	0,1
3.	Posunování/seřazování	$2,12 \cdot 10^{-5}$ na vlak	0,1
4.	Výměna lokomotiv	$1,0 \cdot 10^{-6}$ na vlak	0,05
5.	Havárie jedné cisterny	$2,75 \cdot 10^{-5}$ na vlak	0,1
6.	Havárie při posunování	$1,76 \cdot 10^{-5}$ na cister.	0,1
7.	Vlastní selhání	$5 \cdot 10^{-7}$ na cisternu	1

Vynásobením frekvence havárií a pravděpodobnosti výtoku bude stanovena frekvence výtoku. Protože jen 10 % výtoku jsou významné pro vnější rizika, musí být frekvence výtoku vynásobena 0,1. Toto neplatí pro scénář 7, který představuje jednorázový zdroj.

Tento přístup podává výsledky frekvence výtoku na vlak nebo cisternu. Frekvence musí být násobeny aktuálním počtem vlaků nebo cisteren, se kterými je ročně manipulováno

na seřadovacím nádraží. Bylo odsouhlaseno nepoužívání aktuálního počtu vlaků, ale začlenění jejich počtů do kategorií. Tento převod je uveden v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4: Převod aktuální a výpočtové frekvence vlaků za rok.

Aktuální rozsah frekvence (vlaků / rok)	Frekvence pro výpočet (vlaků / rok)
1 – 12	0
13 – 50	50
51 – 100	100
101 – 200	200
201 – 400	400
401 – 800	800
801 – 1600	1600
atd.	atd.

Když vlaky obsahují pouze cisterny se stejnou nebezpečnou látkou, není nezbytná další korekce. Jestliže vlak má různorodé složení a frekvence je udávána na vlak, pak frekvence úniku LOC musí být násobena podílem cisteren ve vlaku, u kterých je nebezpečná látka zvažována. Výtok (větší než 100 kg) může probíhat jako z kontinuálního nebo jednorázového zdroje (kromě scénáře 7). Pravděpodobnost výtoku z kontinuálního zdroje je 0,6 a pro jednorázový zdroj je to 0,4. V případech hořlavých plynů a kapalin je možná okamžitá iniciace. Tato pravděpodobnost je stanovena na 0,8. Umístění možných havárií je stejnoměrně rozloženo po části seřadovacího nádraží, kde aktuálně dochází ke zvažovaným aktivitám [18].

5.1.6 Popis zdrojů iniciace havárie cisterny

Iniciace je způsobení nechtěného výtoku z cisterny – havárie. Iniciovat havárii může být úmyslné nebo neúmyslné. Následující výčet zdrojů iniciací může způsobit některé z výše uvedených scénářů havárie:

- technická závada cisterny (podvozek, brzdy, pojistný ventil, uzávěr);

- ujetí cisteren (nezajištěné, technická závada);
- najetí jiných vozů do cisteren;
- střet se silničním vozidlem na křížení s komunikací;
- lom koleje;
- živelní pohroma (podemletí trati, silné zmrazky, sníh apod.);
- jízda soupravy proti návěsti stůj;
- odtržení vlaku;
- nesprávná obsluha zabezpečovacího zařízení (dvojrůzchodná jízda, postavení jízdnic cest proti sobě);
- teroristický útok (reálná hrozba vzhledem k povaze objektu);
- poškození zabezpečovacího zařízení;
- úmyslné poškození nebo otevřený výpustný ventil cisterny;
- krádež části cisterny.

Všechny tyto události mohou reálně způsobit nehodu cisternového vozu, následně jeho poškození a výtok nebezpečné látky. Většinu z těchto příčin se lze účinně bránit – viz samostatná kapitola 6.1 Nápravná opatření ke snížení rizik.

5.1.7 Vlastnosti přepravovaných látek

Vlastnosti přepravovaných NChL jsou podrobně popsány v kapitole 3.3 Podle fyzikálně chemických vlastností popsaných v bezpečnostních listech jsou látky zařazeny takto:

- surový benzol do skupiny hořlavých kapalin LF1 s označením Kemlerovým kódem 33, pro jeho toxické vlastnosti jej lze zároveň zařadit do skupiny toxických kapalin (při delší expozici);
- surový benzol je směsí látek, převažujícími látkami v této směsi je benzen a toluen.

Přesné výsledky v QRA jsou dosažitelné provedením výpočtů pro všechny látky. Avšak tento přístup vyžaduje velké množství vstupních dat, jako jsou údaje o vlastnostech látek. Proto metoda může být použita ve dvou rozdílných úrovních detailů v závislosti na požadavcích projektu.

Jestliže je rychlé stanovení úrovně rizika dostačující, může být pro provedení výpočtů použita jedna reprezentativní látka pro každou dotčenou kategorii.

Často se v kategorii látek počítá několik specifických látek přepravovaných v cisternách. Přesnější výsledky mohou být dosaženy výpočtem pro tyto látky a zprůměrováním posledních 20 % přepravovaných látek do jedné reprezentativní látky (pravidlo 80/20) [18].

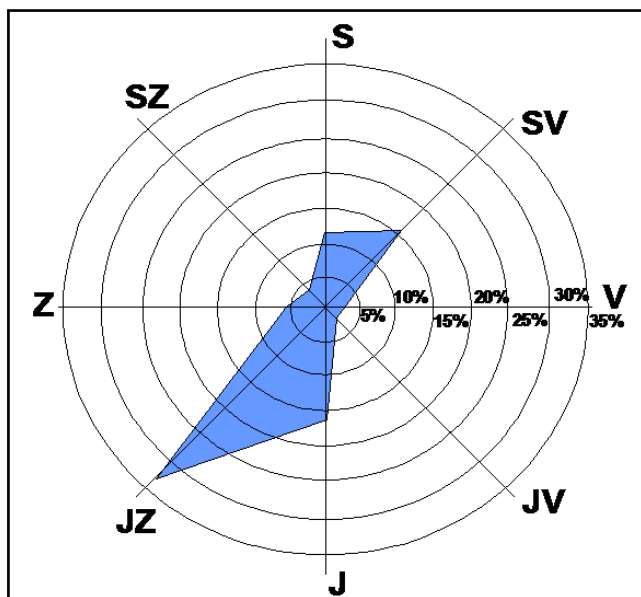
5.1.8 Klasifikace území v okolí přepravní trasy

Začátek přepravní trasy je v místě nakládky na koksochemii. Celá trasa v délce cca 8,5 km na podnikové vlečce vede územím s charakterem průmyslové výroby. V okolí kolejové váhy třídícího nádraží se ve vzdálenosti cca 50 – 100 m jižním směrem nachází zástavba s počtem do 20 rodinných domů.

Cílové místo přepravy je seřaďovací nádraží ŽST Ostrava – Kunčice. Území je charakterizováno jako dopravní uzel nákladní a osobní přepravy. Východním směrem od třídícího nádraží je území průmyslové výroby AMO. Na západ od seřaďovacího nádraží se nachází drobná občanská zástavba ve vzdálenosti 100 – 150 m čítající cca 30 rodinných domů a silnice 1. třídy Frýdecká.

5.1.9 Meteorologická data

Území, na kterém se realizuje přeprava nebezpečných látek, patří do oblasti klimaticky suché, mírně teplé, s mírně teplou zimou (M10). Průměrná teplota vzduchu v lednu je -2 až -3 °C, v červenci 17 až 18 °C. Počet letních dnů je 40 – 50, počet mrazových dnů 110 – 130. Srážkový úhrn se v zimním období pohybuje mezi 200 – 250 mm, v letním (vegetačním období) 400 – 450 mm. Počet dnů se sněhovou pokrývkou je 50 – 60. Nadmořská výška je cca 223 m. Průměrný počet dnů s inverzí je v letním období cca 7 dnů / měsíc, v zimním období cca 4 dny / měsíc. Meteorologické podmínky jsou ovlivňovány směrem a rychlostí větru, dále pak stabilitou atmosféry vycházející z vertikálního tepelného vrstvení [3]. Převládající směr větru je vyznačen na obrázku č. 6.



Obrázek č. 6: Převládající směr větru – větrná růžice.

Stabilita atmosféry je vyjádřena pěti třídami, a to třídou superstabilní (inverze), stabilní, indiferentní, normální a istabilní. V tabulce č. 5 je uvedeno zastoupení dnů v roce pro jednotlivé třídy stability v okolí míst přepravy.

Tabulka č. 5: Zastoupení dnů v roce podle tříd stability počasí v okolí AMO.

<i>Třída stability</i>	<i>Popis meteo podmínek</i>	<i>Podíly dnů v roce [%]</i>
I – superstabilní	špatná rozptýl, silná inverze	11,45
II – stabilní	zhoršený rozptýl, možná inverze	19,22
III - indiferentní	mírně zhoršené rozptylové	28,50
IV – normální	normální stav atmosféry	31,20
V - istabilní	rychlý rozptýl	9,63

Pro účely modelování následků úniku nebezpečných látek se podle doporučení metodiky CPR 18E přednostně používají 4 třídy stability podle Pasquilla - B, D, E a F. Konverze obvykle používaných tříd je v tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Konverze tříd stability počasí

Rychlost větru	A	B	B / C	C	C / D	D	E	F
$< 1,7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	$B_{\text{střední}}$			$D_{\text{nízká}}$			$F_{\text{nízká}}$	
$1,7 - 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$				$D_{\text{střední}}$			$E_{\text{střední}}$	
$> 5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$				$D_{\text{vysoká}}$				

5.1.10 Rozmístění a počet obyvatel a zaměstnanců v okolí přepravní trasy

Počty a rozmístění obyvatel a zaměstnanců v okolí přepravní trasy budou rozdílné, závislé na několika faktorech:

- denní nebo noční doba pro obyvatelstvo v okolí;
- víkendy a doby dovolených pro obyvatelstvo v okolí;
- zvýšený počet cestujících osobní přepravy v seřadovacím nádraží;
- čas pracovní směny pro zaměstnance;
- probíhající opravy v okolí přepravy;
- exkurze a návštěvy v okolí přepravy.

V tabulce č. 7 jsou uvedeny orientační počty zaměstnanců a obyvatel v okolí přepravní trasy v závislosti na denní době. Okolí přepravní trasy je dle rozptylových podmínek uvažováno do 150 m vzdálenosti.

Tabulka č. 7: Počty osob v okolí trasy přepravy NChL

Místo na trase	Obyvatel den / noc	Zaměstnanců denní / odpolední, noční
Místo nakládky - chemie	0 / 0	35 / 15
Váha, třídící nádraží	10 / 30	5 / 3
Vlečka	0 / 0	7 / 4
Seřadovací nádraží Kunčice	75 / 40	30 / 10

V místech vlečky budou nejohroženější zaměstnanci dopravy, kteří uskutečňují přesun vozů s nebezpečnými látkami. Zejména pracovníci posunové čety a strojvedoucí. Ti budou také jako první v místě nehody a mohou mít zásadní podíl na snížení následků havárie. Dále jsou to zaměstnanci koksochemie zejména v místě nakládky a ostatní pracovníci

v dosahu kolejiště vykonávající pracovní činnosti. Do počtu zaměstnanců jsou zařazeny i osoby náhodně se vyskytující v místě události (exkurze, návštěvy, přemísťující se zaměstnanci). Přepavní trasa na vlečce prochází několika výrobními závody, téměř všechny jsou obsazeny zaměstnanci ve třech směnách. Uvedený počet osob v tabulce č. 8 je maximální pro uvedená místa na trase (nejhorší scénář).

Dále je třeba zohlednit osoby, které budou v době nastalé události uvnitř a vně budovy nebo jiné stavby. Předpokládá se, že lze na základě zkušeností odhadnout pravděpodobnost zranění osob vně a uvnitř budov. Uvnitř budovy jsou částečně chráněny v relativně uzavřených prostorách, ve kterých bude koncentrace toxické látky po dobu 30 – 60 minut mnohonásobně nižší stejně jako účinky sálavého tepla, než ve venkovních prostorách. Tyto chráněné osoby budou fatálně zraněny z 10%.

5.1.11 Statistika MU při přepravě NChL v ČR

Výsledné riziko bude vycházet z frekvencí událostí, které určuje metodika CPR 18E. Použitím expertního odhadu budou jednotlivým scénářům přiřazeny pravděpodobnosti se zohledněním výskytu mimořádných událostí v České republice. V tabulce č. 8 je statistický přehled mimořádných událostí při přepravě námi posuzovaných látek po železnici v období od roku 1996 do roku 2010 uveřejněný na webových stránkách ministerstva dopravy ČR [21]. Mimořádnou událostí jsou mimo jiné havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací [22]. Je to tedy i událost, při které došlo k úniku nebezpečné látky. Statistiky jsou seřazeny podle odpovídajícího UN čísla látky. Rozdílné počty MU jsou dané především rozdílnou produkcí výroby, tím frekvencí přeprav dané látky.

Tabulka č. 8: Statistika MU při železniční přepravě NChL v ČR v letech 1996 - 2010

Název látky	UN číslo	Počet MU
BENZOL	3295, alternativně 1993	193
DEHET	3082	18*
SÍRA	2448	7
PRACÍ OLEJ	3082	18*
HYDROXID SODNÝ	1824	137

* společný počet MU pro obě látky podle UN čísla

5.1.12 Domino efekt

Pojem domino efekt je ve své podstatě řetězová reakce vzájemně se ovlivňujících příčin a následků. Havárie nebezpečné látky (především požár a výbuch) může způsobit havárii další nebezpečné látky, její požár, výbuch nebo její únik do okolí. Na přepravní trase jsou vytipovaná místa potenciálního vzniku domino efektu na koksochemii, kde je výskyt plynových potrubí, především rozvody vysokopecního a koksárenského plynu znázorněné v příloze 2. Další možnou příčinou domino efektu může být MU na skladovacím a stáčecím zařízení benzolu a černouhelného dehtu. Na základě analýz rizik provedených v rámci havarijních plánů [3, 27] bylo zjištěno, že vznik domino efektu u těchto zařízení je velmi málo pravděpodobný. Potrubní rozvody plynů, stáčecí i skladovací zařízení NChL jsou vybaveny dostatečnými bezpečnostními opatřeními, které zamezí jejich vzájemné ovlivnění při MU.

5.2 Výsledky hodnocení rizik podle QRA a F&E Indexu

První částí hodnocení rizik je analýza rizika sestávající ze zdrojů rizika a scénářů, které mají potenciál působit škody ve svém okolí. Výčet zdrojů iniciace havárie je uveden v kapitole 5.1.6. Nejčtetnější scénáře havárií při přepravě surového benzolu určila metodika CPR 18E, v další kapitole následuje přiřazení pravděpodobnosti jednotlivých scénářů podle parametrů přepravy. Každá přepravovaná látka je hodnocena samostatně, nejpodrobněji únik benzolu pro jeho vysokou hořlavost a toxicitu.

F&E Index vyhodnotí míru rizika požáru a výbuchu černouhelného dehtu, kapalně síry a pracího oleje. Posouzení jednotek zmíněnou metodou se považuje v zemích EU za minimum požadavků pro zajištění procesní bezpečnosti, prevenci ztrát a bezpečnosti osob. Vypovídající schopnost F&E Indexu je relativně vysoká. Lze pomocí něj posoudit stupeň nebezpečnosti posuzované jednotky, poloměr zasažené plochy a odhadnout ekonomické dopady případné MU (není součástí této práce). V tabulce č. 9 je uvedena klasifikace jednotek do několika stupňů nebezpečnosti. Hraniční hodnotou F&E Indexu je 128 [17]. Při dosažení vyšších hodnot je třeba jednotku podrobit další analýze.

Tabulka č. 9: Škála nebezpečnosti látek podle F&E Indexu

Stupně nebezpečnosti podle F&E Indexu	
Pásma F&E Indexu	Kategorie nebezpečnosti
1 – 60	Lehké riziko
61 – 96	Mírné riziko
97 – 127	Střední riziko
128 – 157	Závažné riziko
159 a vyšší	Kritické riziko

Vstupní data pro určení F&E Indexu:

- stanovení materiálového faktoru MF pomocí hořlavosti látky N_F a reaktivity látky N_R ;
- určení faktoru obecných procesních nebezpečí F1;
- určení faktoru speciálních procesních nebezpečí F2;
- určení faktoru nebezpečnosti jednotky $F3 = F1 \cdot F2$;
- stanovení hodnoty F&E Indexu jako $F3 \cdot MF$;
- stanovení velikosti plochy zasažené fyzikálními účinky události (F&E Index vynásobený koeficientem 0,256).

Při oceňování nebezpečnosti jednotky je nutno používat tzv. „commonsense“ (logiku zdravého rozumu) a správné posuzování v průběhu vlastního výpočtu i při interpretaci výsledků. Procesní nebezpečí, která přispívají k velikosti ztrát a zvyšují pravděpodobnosti ztrát, se kvantifikují a zahrnují do výpočtu formou přírážek. Ne každou přírážku je možné aplikovat v posuzované situaci, někdy je nutno použití přírážky přizpůsobit. Cenným zdrojem informací jsou konzultace se specialisty z oboru bezpečnosti a technologie přepravy NChL [20].

5.2.1 Vyhodnocení QRA úniku benzolu

Pravděpodobnost události úniku benzolu je vypočtena dle korekcí metodiky a parametrů přeprav pro modelové situace úniku látky (LOC) z otvoru v průměru 75 mm (kontinuální výtok) nebo roztržení cisterny (jednorázový výtok). V tabulce č. 10 jsou uvedeny výsledky

frekvencí předpokládaných scénářů za jednotku jednoho roku. Tyto údaje budou dále použity pro stanovení přijatelnosti rizika. Pravděpodobnost scénářů nacházejících se v oblasti rizika nepřijatelného nebo na hranici přijatelnosti, bude třeba korigovat přijatými opatřeními, tzn. omezit možné zdroje jejich iniciace.

Tabulka č. 10: Frekvence událostí pro jednotlivé scénáře vzniku MU dle CPR 18E

		Frekvence události / rok		
Scénář pro kolejovou část vlečky		Kontinuální výtok	Jednorázový výtok	Okamžitá iniciace
1.	Havárie cisterny / cisteren	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$
Scénář pro nádražní část vlečky				
2.	Havárie cisterny / cisteren	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Scénář pro seřaďovací nádraží				
3.	Příjezd / odjezd	$1,9 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-6}$	$9,9 \cdot 10^{-7}$
4.	Srážka s řadou vagónů	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$
5.	Posunování / seřazování	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$
6.	Výměna lokomotiv	$1,3 \cdot 10^{-5}$	$8,5 \cdot 10^{-6}$	$6,8 \cdot 10^{-6}$
7.	Havárie jedné cisterny	$5,0 \cdot 10^{-7}$	$2,0 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$
8.	Havárie při posunování	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$2,8 \cdot 10^{-5}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
9.	Vlastní selhání	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$8,0 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$

Riziko je možné charakterizovat jako funkci pravděpodobnosti události a velikosti ztrát. Velikost ztrát je možné určit namodelováním scénáře havárie s určením velikosti zasažené plochy. Pro modelování úniků nebezpečných látek je možné použít celé řady softwarů. Pro tuto práci jsem použil program ALOHA ve verzi 5. 4. 2 Program je vyvinutý americkou organizací pro ochranu přírody (US EPA). Využívá sérii rovnic Gaussova rozdělení k vyhodnocení pohybu látek lehčích, než vzduch a modelu Degadis pro látky těžší vzduchu. Program obsahuje informace o velkém množství chemických látek včetně jejich důležitých chemickofyzikálních vlastností, ty zaručí objektivitu působení látky. Jako vstupní data jsou vkládány tyto údaje:

- data o poloze a typu okolní zástavby;
- data o uniklé látce (název, množství);

- informace o stavu atmosféry (třídy stability, rychlost a směr větru, vlhkost atd.);
- informace o zdroji úniku látky.

Programem ALOHA byly namodelovány čtyři scénáře, které by mohly dosáhnout největšího účinku a vyvolat nejvyšší poškození. V tabulce č. 11 jsou shrnuta vstupní data a výsledky modelování MU při úniku benzolu hodnoceného jako hořlavá kapalina v případě okamžité iniciace kapaliny při kontinuálním a jednorázovém výtoku. Detailnější pohled na výsledky je v příloze č. 3. Následky havárie z hlediska toxického zamoření nebyly možné programem určit z důvodu nutnosti vystavení osob delší expozici. Nepředpokládá se, že by v místě nehody dlouhodobě přetrvávaly nechráněné osoby s výjimkou zasahujících složek, které použijí vhodné technické prostředky ochrany. Typ požáru BLEVE je metodikou CPR 18E uvažován pouze při použití přetlakové cisterny, proto nebyl do scénářů zahrnut.

Tabulka č. 11: Přehled výsledků modelování programem ALOHA (přeprava benzolu)

Možný scénář		Meteo data		Tepelný tok a jeho dosah		
Výtok látky	Hoření	Třída stability	Síla větru	$2 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$	$5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$	$10 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$
Kontinuální	Pool fire	D	$5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	41 m	29 m	23 m
Jednorázový	Pool fire	D	$5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	115 m	80 m	61 m
Kontinuální	Pool fire	F	$1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	39 m	24 m	16 m
Jednorázový	Pool fire	F	$1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$	113 m	72 m	50 m

Co se týče účinků tepelného záření, míra úmrtnosti 1% popálených se udává pro dávku tepelného záření $5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ po dobu 2 minut. Pro dávku tepelného záření $3 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ po dobu 2 minut je udáván práh významného popálení. 50 % lidí cítí nesnesitelnou bolest nechráněné pokožky již po 2 s při tepelném toku $20 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, po 4 s při tepelném toku $10 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ a po 20 s při tepelném toku cca $4 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$. Nejvyšší tepelný tok, který může kůže dlouhodobě absorbovat bez bolestivých pocitů, je asi $1 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$. Pokud je kůže chráněna oblečením, pak jako snesitelná povrchová teplota kůže bez bolestivých pocitů se udává 45°C . Vyšší teplota je pak snesitelná jen po krátkou dobu, např. 65°C pouze 1 s, po 2 s již začínají příznaky 2. stupně popálení [3].

Směsi par hořlavých kapalin jsou za obvyčejné teploty většinou těžší než vzduch, proto se mohou dostávat do prohlubní, kanalizace a kabelových šachet a tudy se šířit do značných vzdáleností. Různé příměsi v kapalinách mohou někdy podstatně měnit bezpečnostně technické parametry těchto kapalin.

V tabulce č. 12 je odhad počtu fatálně zraněných osob. Tyto odhady vycházejí ze znalostí místních poměrů a technologií. Jako rozhodující limit pro počet smrtelných zranění je uvažován tepelný tok $5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ pro osoby nacházející se vně budov.

Tabulka č. 12: Odhad počtu fatálně zraněných osob (přeprava benzolu)

	Místo na trase	Počet fatálně zraněných obyvatel den / noc	Počet fatálně zraněných zaměstnanců den / noc
Kontinuální únik	Místo nakládky - chemie	0 / 0	5 / 3
	Váha, třídící nádraží	0 / 0	2 / 1
	Vlečka	0 / 0	3 / 2
	Seřaďovací nádr. Kunčice	0 / 0	5 / 3
Jednorázový	Místo nakládky - chemie	0 / 0	3 / 2
	Váha, třídící nádraží	2 / 2	2 / 2
	Vlečka	0 / 0	4 / 3
	Seřaďovací nádr. Kunčice	10 / 5	7 / 5

Z výsledků je patrné, že následky požáru po iniciaci kontinuálního výtoku benzolu nepřesáhnou hranice objektu a nebudou mít vliv na obyvatelstvo, pouze na jednotlivé zaměstnance. Iniciace jednorázového úniku může zasáhnout jednotlivce za hranicí podniku v oblasti třídícího nádraží (rodinná zástavba, zahrádka), ale zejména cestující osoby shromážděné na peronu seřaďovacího nádraží ŽST – Kunčice. Jejich počet je značně proměnlivý podle příjezdu / odjezdu osobního vlaku a denní doby. Obyvatelé v zástavbě by neměli být ohroženi. Z řad zaměstnanců jsou touto událostí nejvíce ohroženi pracovníci dopravních čet a údržby kolejíště. Největší riziko pak skýtá dopravní manipulace s cisternami na kolejové části vlečky, posun v seřaďovacím nádraží a vlastní selhání cisterny.

Toxickými účinky benzolu budou osoby setrvávající v blízkosti havárie vně budov, lidé nacházející se po směru větru od havárie a v níže položených místech. Zásadní vliv na jejich zdraví pak bude mít delší expozice při vdechování par látky o vyšší koncentraci. U postižených se mohou objevit neurologické příznaky a křeče, popř. hemoragický edém. Také přímý kontakt látky s povrchem těla může přivodit vážná zdravotní rizika.

Další analýza by měla být provedena na možnost domino efektu. Při iniciaci výtoku benzolu může být tepelnou radiací zasažen některý z potrubních rozvodů plynů v okolí přepravy. Existuje možnost následné iniciace koksárenského nebo vysokopecního plynu, které jsou vysoce hořlavé a toxické. Hodnocením rizik havárií na plynovodech v AMO se zabývají jiné dokumenty, mimo jiné bezpečnostní zpráva a vnitřní havarijní plán podniku.

5.2.2 Vyhodnocení rizik úniku dehtu pomocí F&E Indexu

Černouhelný dehet je s roční produkcí kolem 48 000 t nebezpečnou látkou zastoupenou v největším přepravovaném množství. Týdně je do přepravy zařazeno cca 19 cisteren. Dehet je pro člověka vysoce dráždivý, karcinogenní, má i toxické vlastnosti při delší expozici. Jako hořlavina IV. třídy nebezpečnosti může vyvolat směs hořlavých a výbušných par nebo být iniciována jiným zdrojem.

Po zadání vstupních dat k hodnocení černouhelného dehtu, vyšel stupeň nebezpečnosti látky podle F&E Indexu 37 s poloměrem zasažené plochy 9,5 m. Celkový stupeň ohrožení dehtem je hodnocen jako lehké riziko, tedy nejnižší stupeň.

Manipulace s dehtem má v AMO to specifikum, že v místě nakládky provádí posun cisteren pověřený zaměstnanec koksochemie (viz kapitola 5.2.3). Dochází k manipulaci s devíti cisternami obsahujícími až 720 t dehtu. I přes velmi malou rychlost posunového dílu může dojít vlivem selhání lidského činitele k výtoku dehtu do kolejíště a zamoření okolí. Následně je možná iniciace dehtových par, požár nebo výbuch. V místě posunu při pohybu vozů by se neměl nacházet žádný zaměstnanec.

Při výtoku většího množství dehtu můžou výpary vytvořit se vzduchem výbušnou směs. Je tedy možné nebezpečí iniciace a vznik požáru nebo výbuchu. Následně se mohou hořením do okolí uvolňovat toxické plyny. Přímý kontakt látky s povrchem těla může přivodit

vážná zdravotní rizika, zejména potřísnění dehtem o vyšší teplotě. Osoby v bezprostřední blízkosti úniku dehtu budou vystaveni intoxikaci s možnou poruchou vědomí v závislosti na koncentraci par a délce expozice.

Nebezpečným účinkům havárie cisterny s dehtem budou vystaveni pouze zaměstnanci, zejména dopravní četa přesunu, pracovníci údržby kolejiště a zabezpečovacího zařízení, pracovník nakládky a osoby náhodně se vyskytující v blízkosti kolejiště. Zasažená plocha v žádném bodu přepravy nepřesáhne hranice objektu AMO.

5.2.3 Vyhodnocení rizik úniku tekuté síry pomocí F&E Indexu

Tekutá síra je jako vedlejší produkt poslední posuzovanou látkou přepravovanou z místa plnění do přípojové stanice seřaďovacího nádraží ŽST – Kunčice. Produkce tekuté síry dosahuje 600 t ročně s denní výrobou cca 2 t. Stupeň nebezpečnosti látky podle F&E Indexu udává hodnotu 15,2 s poloměrem zasažené plochy 3,9 m a spadá do kategorie lehkých rizik.

Havárie s únikem tekuté síry sebou nese riziko popálení osob nacházejících se v místech nehody, protože teplota tekuté síry se udržuje v rozmezí 130 – 160 °C. Samotná síra v tekutém stavu není klasifikovaná jako hořlavá látka na rozdíl od síry v pevném skupenství. Dalším rizikem je uvolňování silně toxického oxidu siřičitého SO₂ a sirovodíku H₂S. Při rozlití omezeného množství látky na volném prostranství obvykle nevznikají nebezpečné koncentrace SO₂ a H₂S. Protože však jsou tyto plyny těžší než vzduch, mohou nebezpečné koncentrace látek vznikat v níže položených místech, jako jsou příkopy, prohlubně apod. Sirovodík je kromě toxicity extrémně hořlavý plyn s dolní mezí výbušnosti 4,3 %.

Nebezpečným účinkům havárie cisterny s tekutou sírou budou vystaveni pouze zaměstnanci, zejména dopravní četa přesunu, pracovníci údržby kolejiště a zabezpečovacího zařízení, pracovník nakládky síry a osoby náhodně se vyskytující v blízkosti kolejiště. Zasažená plocha v žádném bodu přepravy nepřesáhne hranice objektu AMO.

5.2.4 Vyhodnocení rizik úniku pracího oleje pomocí F&E Indexu

Prací olej jako vstupní surovina slouží k vypírání benzolu. Měsíčně je do míst vykládky na koksochemii přepraveno cca 105 t pracího oleje z přípojové železniční stanice Ostrava – Bartovice. Přepravní trasa je popsána v kapitole 5.2.1 Látka spadá do kategorie lehkých rizik stupeň nebezpečnosti látky podle F&E Indexu udává hodnotu 25 s poloměrem zasažené plochy 6,4 m.

Prací olej je hořlavinou IV. třídy. Prací olej při havárii cisterny může být iniciován otevřeným ohněm, jiskrami či horkými plochami. Výpary jsou pro člověka pouze dráždivé, toxický však je kouř vzniklý hořením. Nebezpečný pro člověka je přímý kontakt s látkou – zasažení sliznic, očí nebo popálení horkým pracím olejem.

Nebezpečným účinkům havárie cisterny s pracím olejem budou vystaveni pouze zaměstnanci, zejména dopravní četa přesunu, pracovníci údržby kolejí a zabezpečovacího zařízení, pracovník vykládky pracího oleje a osoby náhodně se vyskytující v blízkosti kolejí. Zasažená plocha v žádném bodu přepravy nepřesáhne hranice objektu AMO.

5.2.5 Vyhodnocení rizik úniku hydroxidu sodného

Hydroxid sodný je jako vstupní surovina dopravován v cisternách z přípojové železniční stanice Ostrava – Bartovice do míst vykládky na koksochemii. Měsíční spotřeba NaOH je cca 150 t. Vzhledem k tomu, že látka není hořlavá ani výbušná, nebyla hodnocena pomocí F&E Indexu.

Hydroxid sodný je velmi silná žravina a zdraví škodlivá látka, leptá veškeré tkáň v organismu. Jakýkoli přímý kontakt osoby s touto látkou při jejím úniku způsobuje vážná zranění. Vdechování výparů z NaOH může způsobit poleptání dýchacího systému, zasažení očí způsobuje slepotu. Při reakci s kovy se uvolňuje vodík. Vznikají exotermní reakce se silnými kyselinami, prudce reaguje s vodou, vytváření tepla při reakcích.

Nebezpečným účinkům havárie cisterny s hydroxidem sodným budou vystaveni pouze zaměstnanci, zejména dopravní četa přesunu, pracovníci údržby kolejí a zabezpečovacího zařízení, pracovník vykládky NaOH a osoby náhodně se vyskytující

v blízkosti kolejiště. Zasažená plocha v žádném bodu přepravy nepřesáhne hranice objektu AMO.

5.2.6 Rizika úniku NChL pro životní prostředí

Všechny námi hodnocené látky jsou nebezpečné pro životní prostředí, zejména látky klasifikované dle směrnice č. 67/548/EHS a dle nařízení (ES) č. 1272/2008. U všech platí zásada zabránění rozšíření látky do okolí a kontaminaci půdy, jeho úniku do vodních toků, odpadů a kanalizace. Do spodních vod by se neměl rozšířit např. černouhelný dehet, prací olej nebo benzol ani v malém množství, ohrožuje pitnou vodu proniknutím do zeminy. Vždy bude záležet na místě úniku látky, na retenční schopnosti zasažené plochy. Provozovatel má zpracované hodnocení rizika ekologické újmy podle zákona č. 167/2008 Sb.

5.2.7 Hodnocení rizik – shrnutí

Následující přehled přináší souhrn nejčastějších příčin nechtěného výtoku nebezpečné látky do okolí – havárie NChL a nejčastější příčiny iniciace látky k hoření nebo výbuchu. Všechny příčiny budou v další kapitole podrobeny analýze, aby je bylo možné co nejvíce omezit nebo zcela vyloučit.

1. **vykolejení cisterny** s následkem jejího poškození (proražení otvoru, poškození ventilu apod.)
 - a. dvojrozchodná jízda;
 - b. jízda proti návěsti stůj;
 - c. lom koleje;
 - d. ujetí vozů po sklonu (nezajištěné vozy, roztržení vlaku);
 - e. srážka se silničním vozidlem na přejezdu;
 - f. technická závada cisterny;
 - g. živelní pohroma (zmrazky na přejezdu, sesuv půdy, podmáčená trať apod.).
2. **srážka cisterny** s jiným kolejovým vozidlem
 - a. ujetí cisteren a jejich najetí do stojících vozů;
 - b. najetí jiné soupravy do cisteren;

- c. jízda proti návěsti stůj.
- 3. **nesprávná manipulace** s cisternou (zanedbání, opomenutí, nedodržení předpisů)
 - a. špatně přebraný vůz s technickou závadou nebo otevřeným ventilem;
 - b. chyba při nakládce látky;
 - c. nedodržení předepsané technologie posunu, přesunu a zajištění vozu.
- 4. **iniciace zapálení** látky po jejím výtoku
 - a. kouření;
 - b. svařování;
 - c. broušení, řezání kovů (jiskry);
 - d. elektrický výboj z elektrického zařízení;
 - e. otevřený oheň;
 - f. spalovací motor;
 - g. sálavé teplo (pojízdné mísiče).
- 5. **teroristický útok, úmyslné zavinění**

Do celkového výčtu je třeba přidat ne zcela běžné, ale možné příčiny. Tou první je teroristický útok na objekt AMO. Nelze jej zcela vyloučit vzhledem k vojenskopolitické orientaci ČR a celosvětovému významu hutní firmy AMO. Tou druhou je možnost úmyslného otevření kohoutu s NChL. Zejména prostory kolejistiště přípojové stanice Ostrava – Bartovice se potýkají s množstvím nepovolených vniknutí osob páchajících v těchto místech trestnou činností. Tyto osoby se soustředí na krádeže železného šrotu, ale je možné, že napáchají i jiné škody v podobě krádeže části cisterny nebo úmyslného způsobení výtoku látky (msta, odvedení pozornosti od jejich skutečných zájmů).

Tabulka č. 13 uvádí přehled velikostí zasažených ploch při úniku jednotlivých látek. Poloměr plochy ohrožené tepelnou radiací je hodnocen programem ALOHA jen u benzolu, ostatní látky nedosahují parametrů pro modelování. Hydroxid sodný není hodnocen F&E Indexem, nemá vlastnosti hořlavé, ani výbušné.

Tabulka č. 13: Poloměry zasažené plochy při MU a počet fatálně zraněných osob

Látka	Hodnocení F&E Indexem		ALOHA	Max. počet zraněných osob	
	Hodnota	Poloměr [m]	Poloměr [m]	Obyvatelstvo	Zaměstnanci
BENZOL	71,5	18,3	80*	10	7
DEHET	37	9,5	-	0	3
SÍRA	15,2	3,9	-	0	3
PRACÍ OL.	25	6,4	-	0	2
NaOH	-	-	-	0	4

* plocha zasažená tepelnou radiací $5 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ při jednorázovém výtoku benzolu a jeho zapálení

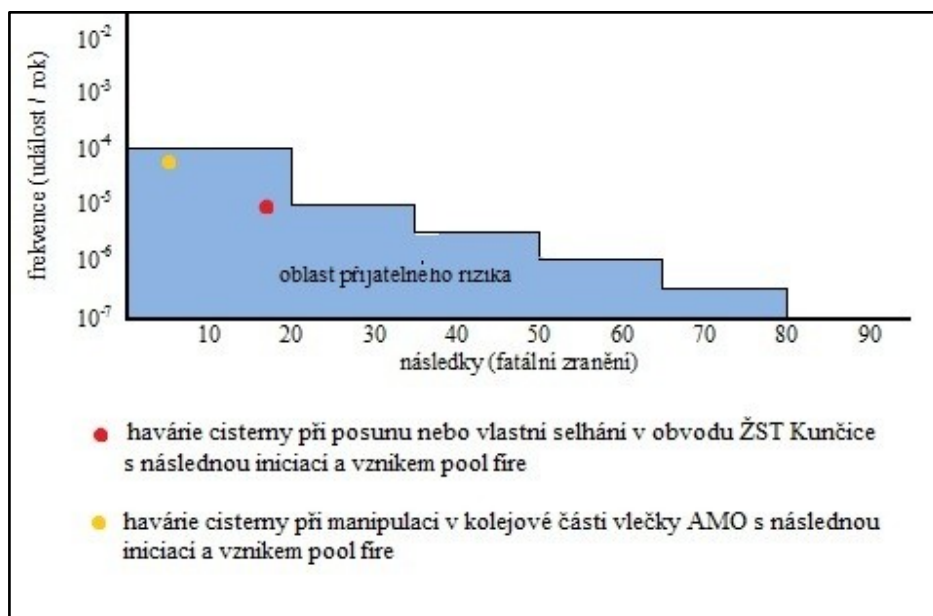
Riziko v oblasti ohrožení životního prostředí přináší průsak uniklé látky do podzemních vod, viz kapitola 5.2.6. V okolí trasy přepravy NChL ani v dosahu možné havárie nejsou žádné prvky ekologického významu. V opačném případě by mohla být aplikovaná metodika H&V Indexu k určení závažnosti havárie pro životní prostředí.

Materiální škody většího rozsahu může způsobit požár, resp. výbuch uniklé látky. Následně způsobený domino efekt může významně poškodit nebo vyřadit z provozu důležité technologie na koksochemii. V ostatních místech trasy je málo pravděpodobné zasažení a ovlivnění ostatních provozů. Došlo by pouze k narušení dopravní infrastruktury, pro kterou ve většině případů existují náhradní trasy.

5.2.8 Přijatelnost rizika

Při stanovování priorit jednotlivých rizik mají nejvyšší prioritu aktivity s vysokou pravděpodobností a závažnými následky. Současně je třeba respektovat to, že riziko s nejvyšší hodnotou fatálních zranění a nižší frekvencí je vnímáno jako důležitější. Stanovení mezních přípustných hodnot pro maximální frekvenci události a třídu následků je nesnadnou záležitostí. Riziko je v komplexním pojetí chápáno jako relace mezi očekávanou ztrátou poškození zdraví, ztrátou života, majetku atd. a neurčitostí uvažované ztráty zpravidla vyjádřenou pravděpodobností nebo frekvencí výskytu mimořádné události. Vyhodnocení přijatelnosti rizika je provedeno v souladu s holandskou metodikou Purple Book CPR 18E [18, 20]. V grafu na obrázku č. 7 je odhad přijatelnosti rizika, zároveň jsou vyznačeny dva možné scénáře s nejvyšší očekávanou ztrátou a nejvyšší předpokládanou

frekvencí. I přesto, že ještě spadají do oblasti přijatelného rizika, je vhodné přijmout efektivní opatření pro jejich další snižování.



Obrázek č. 7: Graf přijatelnosti rizika.

6. Opatření pro minimalizaci rizik

Výsledkem nalezení rizik, analýzy a hodnocení rizik by měla být jejich minimalizace na přijatelnou úroveň. Existuje celá řada nástrojů, jak lze účinně rizika řídit. Jedním z hlavních nástrojů je prevence a připravenost na závažné havárie, přijímání adekvátních opatření a plánování. Omezovat rizika můžeme několika způsoby nebo jejich kombinacemi, vždy po vyhodnocení nejvhodnějšího z nich. Může to být použití technických prostředků, změny technologie, přijetí bezpečnostních opatření, použití ochranných prostředků, snížení množství a kumulace nebezpečných látek. V některých případech lze nebezpečnou látku nahradit alternativní látkou. U všech opatření je důležité jejich zakotvení v právním systému a vytvoření povinnosti jejich plnění dané zákonem. Jen zcela výjimečně by se našel podnikatelský subjekt, který by vynakládal nemalé finanční prostředky na minimalizaci rizik, aniž by měl povinnost tak činit. Proto bude jedna část minimalizace rizik řešit nedostatky v legislativě.

6.1 Nápravná opatření ke snížení rizik

V kapitole 5.2.7. je uveden výčet nejčastějších příčin havárií, které mají za následek únik nebezpečných látek z železniční cisterny. K nechtěnému výtoku látky z cisterny může dojít buď násilným poškozením vozu, úmyslným otevřením ventilu nebo nedbalostí. Násilné poškození zahrnuje proražení obalu cisterny při nehodě nebo poškození ventilu. Nedbalostí rozumíme úplné nebo nedostatečné uzavření ventilu, nesprávnou manipulaci při nakládce, nedostatečnou kontrolu vozu. Následující kapitoly přináší návrhy k zamezení nebo omezení těchto příčin.

6.1.1 Vykolejení cisterny

ad. 1. a.) dvojrozchodná jízda

Dvojrozchodná jízda je taková jízda přes kolejovou výhybku, že některé vozy soupravy nebo jejich části (podvozky) pokračují po opuštění výhybky po různých kolejích. Může nastat z několika příčin:

- výpravčí obsluhující elektricky stavěné výhybky aktivuje přestavování výhybky pod právě projíždějící soupravou, tím dojde k vykolejení vozů za špatně postavenou výhybkou;
- špatný technický stav kolejiště nebo výhybky. Nejčastěji mechanicky poškozený „jazyk“ výhybky, parametr výhybky „západka“ neodpovídá požadované normě, kolejnicové části výhybky nejsou spolehlivě upevněny na pražcích (ztrouchnivělé dřevo pražce);
- Nevyhovující technický stav obručí kolejového vozidla, kde dochází k tzv. sjetým okolkům, které opotřebením získají ostrý náběhový úhel profilu kola. Ve spojení se špatným technickým stavem výhybky je velká pravděpodobnost dvojrozchodné jízdy;
- špatná poloha ručně stavěné výhybky, výhybka není v koncové poloze.

Nápravná opatření:

Dvojrozchodná jízda je nejčastěji způsobena špatným technickým stavem kolejiště nebo podvozku vozu. Je důležité pravidelně vykonávat inspekční prohlídky a měření v kolejišti dané zákonem č. 266/1994 Sb. [23], se zvláštním důrazem na trasy přeprav NChL. Při zjištění jakýchkoli závad na zařízení, tyto vyloučit z provozu a provést neprodleně opravu. Při zjištění závady na železniční cisterně při jejím vstupu na vlečku AMO, tuto ihned vyloučit z dalšího provozu. Podvozky cisteren a jejich části jsou během pobytu na vlečce kontrolovány několikrát, je tedy málo pravděpodobné přehlédnutí špatných okolů.

Selhání výpravčího lze eliminovat používáním dobře fungujícího softwaru pro obsluhu zabezpečovacího zařízení. Je nutné jízdní cesty pro transport nebezpečných látek realizovat pouze jako zabezpečené přesuny. V žádném případě by nemělo docházet k tzv. jízdám „proti červené“ na příkaz výpravčího v případě poruchy zabezpečovacího zařízení. V místech s ručně stavěnými výhybkami dbát důsledně na jejich správné postavení a udržívat je v dobrém technickém stavu.

ad. 1. b) jízda proti návěsti stůj

Svévolná jízda proti návěsti zakazující posun je pochybení strojvedoucího. Nejčastěji jde o spojení jeho únavy s optickým klamem za ostrého slunce nebo jiných světel v noci.

Dvanáctihodinové směny s využitím lokomotiv přesahujících 80% jsou velkou fyzickou i psychickou zátěží nejen pro strojvedoucího, ale pro všechny zaměstnance výkonné dopravy.

Nápravná opatření:

Je důležité dbát na to a kontrolovat, aby strojvedoucí na směnu nastoupil v dobrém zdravotním stavu a dobré kondici. Prozatím se dělají pouze namátkové kontroly na alkohol. Zaměstnanci, který je evidentně unavený nebo nemocný by nemělo být umožněno řízení hnacího drážního vozidla. Pokud to jeho stav dovoluje, může být dočasně využitý pro jinou práci. Dalším faktorem ovlivňujícím soustředěnost strojvedoucího je dodržování stanovených bezpečnostních přestávek v práci, které by měly být vhodně rozloženy a využity.

Před uvedením vozidla do pohybu by se měl strojvedoucí pomocí radiového spojení dotázat výpravčího, zda může zahájit posun i přesto, že vidí povolující návěst. Před rozjetím by mezi nimi mělo dojít ke zpětné vazbě, aby se jízdy na červenou maximálně eliminovaly.

ad. 1. c) lom koleje

Lom koleje vzniká vlivem teplotní roztažnosti materiálu, nejčastěji při teplotních extrémech v zimě i v létě. Při těchto mimořádných teplotách může dojít nejen k lomu koleje, ale i k vychýlení kolejnicového pásu mimo osu. Nebezpečí se zvyšuje při zatížení kolejí vozidly. Tento jev je těžko předvídatelný, vzniká náhle.

Nápravná opatření:

Již vzniklé lomy lze odhalit kontrolními pochůzkami v kolejišti a všímavostí pracovníků dopravy. Kolej s lomem se musí ihned vyloučit z provozu. Vykojení vozů na lomu kolejnice nelze zcela vyloučit. Lze omezit následky takové nehody například snížením rychlosti soupravy v době extrémních teplot s režimem jízdy „podle rozhledových poměrů“.

ad. 1. d) ujetí vozidel po sklonu

Ujetí vozů ze spádu představuje velmi vážné riziko. Jde o nekontrolovatelný pohyb desítek až stovek tun nebezpečných látek. Rychlost těchto vozů a místo jejich zastavení lze těžko předvídat, jejich bezpečné zastavení je velmi složité. Zvládnutí situace závisí na rychlosti a pohotovosti (ale i na odvaze) osob, které se nachází v blízkosti trasy ujetých vozů. V příloze č. 2 jsou na trasách přepravy NChL vyznačena dvě místa s nejvýraznějšími sklonovými poměry kolejí. V obou případech se na konci klesání nachází vysoce riziková místa. V jednom případě je to koksochemie s přítomností velkého množství nebezpečných látek v zásobnících a potrubí. V druhém případě je spád zakončen seřadovacím nádražím ŽST Ostrava – Kunčice, kde je zvýšený pohyb osob, rovněž zde mohou stát další cisterny s nebezpečnými látkami.

Nápravná opatření:

V první řadě se musí učinit taková opatření, která ujetí vozů zamezí. Doprava na vlečce AMO je organizovaná tak, aby k tomuto jevu nedošlo nebo jeho vznik byl minimální. Zejména jde o zajišťování odstavených vozů zarážkami. Tady lze počítat se selháním člověka, se špatně položenou nebo zcela opomenutou zarážkou, v zimním období o nedostatečnou adhezi mezi zarážkou a kolejnicí. Dále je vhodné realizovat jízdu se spádu tažením, proti spádu sunutím pokud to technologie dopravy dovoluje a vždy používat průběžnou brzdu. Jako ochrana území před následky nehody způsobené ujetými vozy se používá výkolejka. Jedná se o ocelovou šikmou patku, která se ručně nebo elektrickým pohonem naklopí na jednu kolejnici. Po najetí vozidla na naklopenou výkolejku dojde k vynucenému vykolejení a následně zastavení vozidla. Předpokládá se, že vykolejením vozidla vznikne menší škoda, než případnou kolizí s jinými vozidly nebo objekty. Výkolejka se instaluje do míst, kde vozidla včetně nákladu NChL způsobí minimální škody. Na trase přepravy před ŽST Ostrava – Kunčice je v provozu výkolejka chránící seřadovací nádraží před ujetými vozy z vlečky AMO. Doporučuji montáž stejné ochrany na vjezdovou kolej do obvodu koksochemie doplněné o úpravu podloží – vrstva štěrku pro snadnější zastavení vozů s nepropustnou fólií pod štěrkem k zamezení průsaku látek. Okolní prostory s uskladněnými nebezpečnými látkami s častým pohybem osob by mohly být chráněny vhodnou stavební bariérou z betonu proti účinkům unikající látky, zejména proti tepelné radiaci po zapálení látky.

Dalšími opatřeními vyplývajícími z vlečkového řádu AMO je zastavení ujetých vozů pomocí kladení několika zarážek na kolejnicový pás nebo úmyslné způsobení dvojrozchodné jízdy výpravčím a tím vykolejení vozů. Toto lze uskutečnit, jen když je dostatek času a v okolí se nachází osoby obeznámené se situací. Je však třeba mít na paměti, že vynucené vykolejení cisteren s NChL sebou nese riziko možnosti větších škod, než jejich pokračující neřízená jízda.

ad. 1. e) srážka se silničním vozidlem na přejezdu

Křížení železniční tratě s dopravní komunikací představuje všeobecně velké riziko. Především je to nedodržování přednosti v jízdě ze strany řidičů motorových vozidel. V dopravní infrastruktuře vlečky AMO nejsou instalována přejezdová zabezpečovací zařízení, proto musí řidiči respektovat svislé a vodorovné dopravní značení.

Nápravná opatření:

Jak již bylo zmíněno, použití přejezdového zabezpečovacího zařízení je v podmínkách vlečky technicky i finančně náročné a neefektivní. V současné době jsou na významných přejezdech vlečky AMO instalovány výstražné blikáče s přerušovaným oranžovým světlem. Doporučuji pro nejvíce frekventovaný přejezd na trase přesunu s NChL použití střežení zaměstnancem dopravy. Toto řešení se již používá na některých jiných přejezdech a ukázalo se velice účinné. Je třeba klást velký důraz na důkladné proškolení všech osob vjíždějících do objektu podniku motorovými vozidly, kontrolovat dodržování předpisů a v případě jejich porušení vyvodit přísné důsledky.

ad. 1. f) technická závada cisterny

Vykolejení cisterny může způsobit špatný technický stav podvozku, zejména vada na obručích kol, odpružení dvojkolí, ložiskovém uložení kol apod. Vykolejení může způsobit i jakákoli uvolněná součást cisterny, která se během jízdy může dostat pod kola a způsobit vykolejení.

Nápravná opatření:

Cisternové železniční vozy pro přepravu NChL podléhají pravidelným kontrolám a revizím [16]. Je málo pravděpodobné, že se do přípojové stanice na vstup vlečky AMO dostane

poškozený vůz. Tuto možnost by měla vyloučit kontrola technického stavu vozmistrem. Možnost následného poškození je pravděpodobná při následných manipulacích s cisternami při posunu a během jejich plnění, či vyprazdňování. V těchto případech je důležitá kontrola cisteren vedoucím posunu při sestavování vlaku, dále pak kontroly pracovníky koksochemie při přejímání a expedici těchto vozů. Existují i skryté vady, lomy materiálu způsobené jejich únavou a další. Při projevu jakéhokoli nestandardního chování vozu nebo podezření by měl být vůz okamžitě prohlédnut vozmistrem, popřípadě vyloučen mimo další provoz.

ad. 1. g) živelní pohroma

Objekt AMO neleží v zátopové oblasti, ani v oblasti seismicky aktivní. Mezi živelní pohromy, které mohou způsobit vykolejení vozů lze zařadit dlouhotrvající nebo přivalové deště, přivaly sněhu a silné mrazy. Deště způsobují podmáčení a podemetí tratě, narušení podloží a celkové stability kolejiště. Při enormním zatížení kolejí pak dochází k jejich propadu nebo sesunutí, k narušení celkové geometrie kolejiště, popřípadě k sesuvu půdy se svahu na trať. Zasněžená a namrzlá kolej snižuje adhezi a účinnost brzd. Na železničních přejezdech bývá příčinou vykolejení zanesení kolejnicového žlábků. Je to prostor pro okolek kola podél vnitřní strany kolejnice, který bývá zanesený sněhem a zmrazky natlačenými projíždějícími motorovými vozidly.

Nápravná opatření:

Mezi nápravná opatření lze zařadit pravidelné prohlídky kolejiště, zjišťování problémových úseků, které by mohly být narušeny působením vodního živlu. Zejména je třeba sledovat úseky kolejiště se sklonem nebo vedoucí podél svahů, úseky na vyšším náspu. Je potřeba provádět odvodňovací stavební úpravy podél kolejí, čištění stávajícího odvodnění a výstavba nového, udržovat v dobrém stavu kanalizační vpusti. V zimním období udržovat koleje na železničních přejezdech čisté. Odpovědnost vedoucího posunu za bezpečné projetí přes přejezd. Opatřením proti zhoršené adhezi za mrazu a sněžení je bezchybná funkce pískovacího zařízení na hnacím drážním vozidle.

6.1.2 Srážka cisterny, nesprávná manipulace

Všechny příčiny v těchto dvou bodech byly rozebrány v předchozím textu kromě špatně provedené nakládky nebo vykládky nebezpečné látky. Ta sice není součástí dopravy látek, ale může být příčinou následné havárie. Vždy jde o nedodržení technologického postupu při plnění nebo vyprazdňování. I zdánlivá maličkost, jako je potřísnění cisterny hořlavou látkou může mít po iniciaci látky fatální následky. Dále je to správné a dostatečné uzavření uzávěrů, ložení předepsaným množstvím, použití určeného typu cisterny pro danou látku apod. Cisterna, která nemá předepsané označení a bezpečnostní tabulky dle předpisu, není způsobilá dalšího provozu.

Nápravná opatření:

Nápravným opatřením je striktní dodržování předpisů a technologických postupů, pravidelná školení pro všechny dotčené zaměstnance. Veškeré osoby pohybující se v blízkosti nebezpečných látek a manipulující s nimi musí znát rizika a následky havárií, musí dostat do povědomí odpovědnost za škody zejména na životech a zdraví lidí.

6.1.3 Inicie uniklé látky zapálením

Hodnocení rizik ukázalo, že největší následky a velikost zasažené plochy při havárii cisterny s NChL vznikne vznícením vytékající látky, zejména benzolu. Kemlerův kód u benzolu označuje tuto směs indexem 33, tedy jako vysoce hořlavou látku. Riziko vznícení bude závislé na množství vyteklé látky, na počasí, na druhu a vzdálenosti iniciačního zdroje. Iniciační zdroje lze omezit na minimum nápravnými opatřeními.

Nápravná opatření:

Zapálená cigareta může být jedním z nejčastějších iniciačních zdrojů i přesto, že existuje všeobecný zákaz kouření v celém objektu AMO vyjma míst určených ke kouření. Je vydán přísný zákaz kouření v obvodu celé koksochemie, při plnění cisteren, při manipulaci s NChL [3]. Nicméně se stále najdou osoby, které tento zákaz nerespektují. Jde především o agenturní zaměstnance z externích firem a návštěvy. Je vhodné provádět u těchto firem důslednější kontroly dodržování předpisů a porušení trestat tak, aby se viníkům nedbalost nevyplatila.

V kolejišti, na zařízeních a objektech umístěných v těsné blízkosti přepravní trasy často probíhají práce v rámci údržby, rekonstrukcí a výstavby. Činnosti, jako je svařování obloukem a plamenem, dělení a obrábění kovů elektrickým ručním nářadím vytvářejí iniciační zdroje pro vznícení hořlavých látek. Bylo by vhodné stanovit taková organizační opatření, aby v době průjezdu soupravy s NChL byly tyto činnosti pozastaveny alespoň v bezprostřední blízkosti přepravní trasy. Jde jen o komunikaci mezi pracovníkem řídícím dopravu v obvodu a vedoucím práce v kolejišti.

Otevřený oheň se v kolejišti vyskytuje jen zcela výjimečně, především v zimních měsících. Bývá používán k nahřívání kolejových zarážek, v některých případech k rozehrátí zmrzlých konstrukčních dílů apod. Doporučuji nahradit používání otevřeného ohně jiným alternativním způsobem (elektrický ohřev), oheň rozdělovat v bezpečné vzdálenosti mimo kolejiště.

V případě iniciace vznícení spalovacím motorem nebo výbojem od elektrického zařízení přebírá částečně odpovědnost strojvedoucí hnacího drážního vozidla. Podle směrnice N-219-0 je v případě vzniku MU povinen vypnout motor hnacího vozidla, vyloučit zápalné zdroje, nezapínat elektrická zařízení. Po vzdálení od vozidla je povinen jako první informovat o vzniklé situaci osoby nacházející se v okolí [13].

Dalším zdrojem iniciace mohou být pojízdné mísiče pro přepravu surového tekutého železa a koliby pro přepravu tekuté strusky. Tyto vozy jsou nebezpečné jednak svým sálavým teplem, při manipulaci s nimi může dojít k rozstříku žhavého železa nebo strusky po okolí. Bylo by vhodné upravit technologii dopravy tak, aby se cisterny s NChL nemohly vyskytovat v bezprostřední blízkosti pojízdných mísičů a kolib.

6.1.4 Teroristický útok, úmyslné zavinění

V České republice je prozatím hrozba teroristického útoku malá. V případě vážné hrozby bude tento útok směřován především do míst soustředění většího počtu lidí, na významné prvky infrastruktury, vojenské cíle, ale i významné průmyslové objekty, objekty s množstvím nebezpečných látek. Velikost a nadnárodní charakter podniku AMO ve spojení s jasnou „prozápádní politikou“ státu, dělá z AMO do budoucna potenciální cíl útoku, který nelze vyloučit. V možnostech podniku je jen omezené množství útoků, kterým

se lze účinně bránit. Patří mezi ně riziko drobných sabotáží s cílem způsobit nehodu cisterny, havárii, výtok nebezpečné látky apod. Do této kategorie patří i činnost osob, které nedovoleně vnikají do objektu AMO s cílem páchat majetkovou trestnou činnost. Jejich zájmem se stávají zejména vagony s železným šrotem v přípojových stanicích, ale i jiné předměty a zařízení. Existuje možnost, že tyto osoby se budou snažit způsobit i jiné škody v případě neúspěšných pokusů o krádež šrotu nebo jejich opakovaného odhalení. Všem nahrává skutečnost, že kolejiště přípojových stanic nelze neprodyšně uzavřít.

Nápravná opatření:

Nápravná opatření se budou týkat zlepšení fyzické ochrany a použitých technických prostředků ochrany. Stávající oplocení podél kolejiště je zapotřebí udržovat v dobrém stavu, chybějící obnovit nebo nově zbudovat. V místech, kde oplocení není možné, je nutná trvalá přítomnost pracovníků ostrahy a častější kontrolní obchůzky příslušníků PČR. Je důležitý společný koordinovaný postup ostrahy a PČR. Je nutné pachatelům této trestné činnosti co nejvíce ztížit přístup do objektu tak, aby jimi vynaložené úsilí bylo neefektivní a obrátili svou pozornost jinam. Náš právní systém není bohužel nastaven na adekvátní ochranu soukromého, či jiného majetku. Proto je třeba vynakládání vyšších finančních prostředků na oplocení, vyšší počty pracovníků ostrahy apod.

6.2 Návrhy opatření v legislativě

V posledních letech byla v oblasti transportu nebezpečných chemických látek přijata celá řada užitečných zákonů. Ohrožení životního prostředí řeší zákon č. 167/2008 Sb., o předcházení ekologické újmy a o její nápravě a o změně některých zákonů. Zákon mimo jiné vymezuje povinnost vést řízení o ukládání preventivních a nápravných opatření a evidovat případy ekologické újmy. Metodickým pokynem MŽP je také určena metodika pro provádění základního hodnocení rizika ekologické újmy.

Dopravu nebezpečných látek v podobě odpadů řeší zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů. Na základě tohoto zákona jsou plošně kontrolovány transporty nebezpečných odpadů.

V současné legislativě také nacházíme řadu rozdílných přístupů mezi hodnocením rizik stabilně umístěných NChL a jejich transportem. Například provozovatel objektu / zařízení s velkým množstvím nebezpečných látek musí podle zákona č. 59/2006 Sb. vypracovat celou řadu dokumentů s analýzami rizik, Krajský úřad je dále zodpovědný za vypracování vnějšího havarijního plánu a za posouzení možnosti vzniku a působení domino efektů v průmyslových areálech, kde se nachází více provozovatelů s nebezpečnými látkami. Při dopravě nebezpečných látek však takovéto požadavky nenajdeme, v legislativě je k dispozici pouze smlouva RID v železniční dopravě a ADR v dopravě silniční. V rámci těchto mezinárodních dohod je na subjekty podílející se na přepravě nebezpečných věcí kladen požadavek ustanovit bezpečnostního poradce. Bezpečnostní opatření jsou rozdílná v porovnání se stacionárním umístěním nebezpečných látek. Není žádná výjimka, že množství nebezpečné látky v podniku je na vlečce větší, než je kapacita zásobníků. Někteří provozovatelé se snažili používat přepravní kapacity místo stabilních zásobníků, proto došlo k tomu, že pro účely zákona č. 59/2006 Sb. jsou brána množství látek včetně přepravních kapacit.

Jediným případem, kdy je plošně kontrolován transport nebezpečných látek, je transport odpadů. To pak z bezpečnostního hlediska vede k nelogické situaci, že provozovatel, který může bez větších problémů a omezení převážet vysoce nebezpečné suroviny a produkty, je povinen splnit mnohem přísnější podmínky pro transport odpadů, jejichž nebezpečnost je na stejné úrovni. Ukazuje se tedy, že česká i evropská legislativa postupují z hlediska prevence v této oblasti spíše nesystematicky [25].

Nápravná opatření:

Dosáhnout legislativní změny, přijetí nového zákona, je složitý a dlouhodobý proces. Cílem této změny by měl být minimálně stejný přístup k požadavkům na bezpečnost transportních procesů látek jako na stacionární zařízení s NChL. V této oblasti jsou dlouhodobě vyvíjeny aktivity odborníky z oborů bezpečnosti a dopravy. Jednou z těchto snah je studie České technologické platformy bezpečnosti průmyslu z roku 2011 s názvem Bezpečnost v dopravě. Studie jasně vymezila cíle a požadavky na změny v legislativě. Zejména nutnost uplatnění integrovaného přístupu při analýze hodnocení transportních rizik v kontextu s technologickými a přírodními riziky. Identifikace a hodnocení dopadů

potencionálních havárií přispěje k návrhům opatření snižujících míru rizika a tím zvyšujících úroveň bezpečnosti [25].

Je potřeba legislativně zakotvit:

- jednotnou metodiku komplexního hodnocení rizika dopravy nebezpečných věcí pro obyvatelstvo;
- postup stanovení pravděpodobnosti úniku nebezpečné látky při dopravní nehodě v různých podmínkách železniční dopravy;
- metodiku stanovení individuálního rizika pro člověka vystaveného expozici negativního následku úniku nebezpečné látky v daném místě v okolí zdroje;
- metodiku hodnocení společenského rizika pro obyvatelstvo v okolí přepravní trasy včetně ekonomického hodnocení;
- metodiku stanovení hranice přijatelnosti rizik.

Součástí celého procesu musí být i realizace softwarových nástrojů pro modelování zón maximálního dosahu rozšíření uniklé látky podél dopravní trasy a pro vykreslování izolinií individuálního rizika pro osoby v okolí přepravní trasy při úniku nebezpečné látky.

6.3 Návrhy doporučení pro zasahující složky

Situace při zvládnání MU je z hlediska záchranných týmů obtížnější při dopravě NChL, než u stacionárních zařízení. Jednak proto, že můžeme hůře odhadnout, kde k havárii pravděpodobně dojde a které látky se bude týkat. Při haváriích v dopravě také obvykle nemáme k dispozici opatření, jako jsou předem zkonstruované záchytné jímky, polostabilní a stabilní hasicí zařízení, monitoring a s vlastnostmi látky důkladně obeznámené členy záchranného týmu. Při havárii nemusí být na první pohled zřejmé, o jakou látku se přesně jedná. Nevýhodou je i to, že přepravní trasy vedou oblastmi s výskytem osob a že potenciálně ohrožení obyvatelé nejsou na možnost takovýchto událostí systematicky připravováni [25]. Zasahující jednotky musí při řešení vzniklé MU očekávat mimo jiné tyto zvláštnosti [29]:

- nedostatek potřebných prostředků pro přečerpávání látky a pro náhradní uskladnění;
- nelze spolehlivě určit množství nebezpečné látky;
- náhlá změna situace v důsledku vzniku požáru nebo výbuchu;
- nebezpečnou látku není možné spolehlivě identifikovat;
- vzájemné reakce látek;
- nelze zamezit úniku nebezpečné látky;
- skryté a těžko pozorovatelné šíření nebezpečné látky;
- cisterna může být po nehodě v nestandardní poloze (vyřazení propojení jednotlivých komor uvnitř cisterny, nedostupné nebo poškozené ovládací armatury);
- nedisciplinovanost obyvatelstva a v okolí se vyskytujících osob při stanovení režimových opatření, podcenění nebezpečí.

Další problémy při zásahu mohou nastat nedostatečným zajištěním včasného varování zaměstnanců a obyvatel s případným zajištěním jejich evakuace.

Doporučení:

Navrhovaná doporučení by měla vycházet především z navrhovaných legislativních změn uvedených v kapitole 6.2. Budou to přijatá opatření navazující na provedené analýzy a hodnocení rizik přepravy nebezpečných látek. Další doporučení navazují na zvýšení ochrany obyvatel a zaměstnanců popsané v následující kapitole 6.4. Zlepšení informovanosti a připravenosti všech dotčených osob kolem MU pomůže zefektivnit následné zdolávání události, včasné zpozorování a ohlášení havárie má zásadní vliv na její další rozvoj. Disciplinovanost a uvědomělost osob také ulehčí a zrychlí práci záchranářů.

Další problém, se kterým se potýká jednotka HZSP při AMO je absence vhodného univerzálního čerpadla s dostatečnou kapacitou přečerpávání nebezpečné látky v rámci celého AMO. Jedinou možností je pak požadavek na ostatní složky HZS prostřednictvím IBC. Nejbližše objektu AMO mají vhodné čerpadlo k dispozici hasičské jednotky SŽDC. Dle metodiky MV – GŘ HZS ČR primárně zajišťuje přečerpávání hořlavých kapalin odborná firma (zejména dopravce, provozovatel technologie apod.), dále pak jednotky

HZS při zásahu [29]. Práci hasičů by zefektivnilo pořízení vhodného čerpadla, popřípadě zajištění smluvního partnera na provádění uvedených přečerpávacích činností.

6.4 Návrhy doporučení k ochraně obyvatel a zaměstnanců

Jednotlivé fáze dopravy NChL lze považovat za specifické technologické procesy, uskutečňované v pracovním prostředí přístupném nejen subjektům, které se na tomto procesu přímo podílejí, ale prakticky všem. Mimo kmenových zaměstnanců pracujících v objektu jsou to agenturní zaměstnanci, návštěvy a exkurze a samozřejmě i obyvatelstvo žijící v blízkosti přepravních tras a osoby využívající osobní železniční dopravu.

Výjimečnost požadavků na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví pro obyvatelstvo spočívá v tom, že na rozdíl od pracovního prostředí v průmyslu, do něhož lze určitým způsobem omezit a kontrolovat přístup osob, v dopravě jsou tyto možnosti velmi omezené.

Jak ukazuje statistika MU v kapitole 5.1.11, rizika transportu nebezpečných látek nelze podceňovat. Naštěstí už řadu let žádná MU v ČR nedosáhla rozsahu katastrofy, nicméně je jasné, že k dopravním haváriím s nebezpečnými látkami dochází a že mohou být stejně závažné jako havárie stacionárních zařízení. Příkladem může být událost z 10. 11. 1979, která se stala v Kanadě ve městě Mississauga. Při vykolejení vlaku s nebezpečným nákladem v hustě osídlené oblasti explodovaly tři vagóny s propanem, z poškozené cisterny unikl chlór, následně bylo evakuováno 200 tisíc obyvatel.

Za jednu z klíčových věcí, kterou je možné ovlivnit, je lepší informovanost a připravenost všech osob pohybujících se v okolí transportu NChL. V souvislosti s řešením této diplomové práce jsem provedl malý průzkum informovanosti jednotlivých aktérů. Oslovil jsem vzorek zaměstnanců z koksochemie, pracovníky železniční dopravy a zaměstnance externích firem, kteří pracovali v kolejišti a jeho blízkosti, dále obyvatele žijící v blízkosti přepravní trasy. Cestující osobní dopravy v přípojových stanicích jsem záměrně neoslovoval. Všem jsem položil stejné otázky: Zda jsou seznámeni s varovným signálem sirény „Všeobecná výstraha“ a zda vědí, co mají dělat při vzniklé havárii [27].

Výsledky této malé ankety vytváří představu o připravenosti osob na zdolávání MU. Většina kmenových zaměstnanců je dobře seznámena s varovným signálem i činnostmi po

jeho zaznění. Nejlépe připraveni jsou zaměstnanci koksochemie. Zdá se to být logické v souvislosti s povahou jejich práce. Dobře proškoleni jsou i zaměstnanci dopravy. Je velmi pravděpodobné, že právě zaměstnanci z těchto dvou skupin budou nejbližší vzniklé MU, mohou mít zásadní vliv na její další průběh. Podstatně horší znalosti projevili agenturní zaměstnanci a pracovníci externích firem. Bezesporu všichni prošli vstupními školeními, nicméně na možnost, že se stanou účastníky havárie nebezpečných látek, jsou velice málo připraveni. Obyvatelé v okolí trasy přepravy nejsou informováni téměř vůbec, přesto by se většinou zachovali logicky správně na základě přirozeného instinktu.

Nápravná opatření:

Zlepšit situaci v proškolení externích a agenturních zaměstnanců, apelovat v tomto na zástupce daných firem. Informování obyvatelstva o rizicích je v kompetenci obecních úřadů [28]. V návaznosti na návrhy opatření v legislativě (kapitola 6.2) vytvořit systém vzájemné komunikace a spolupráce mezi záchrannými jednotkami, kompetentními orgány státní správy a samosprávy (včetně obcí) a provozovateli či přepravci na základě provedených analýz rizik přepravy NChL podobně, jako je tomu u stacionárních zařízení. Jedním z výstupů této spolupráce by měli být vhodným způsobem informování obyvatelé v okolí tras přepravy.

7. Závěr

Jak bylo zmíněno již v úvodu, tato práce navazuje na mou bakalářskou práci s názvem Vybraná rizika hutního provozu, která se zabývá hodnocením rizik hutního komplexu v jeho komplexním pojetí. Téma diplomové práce jsem volil s ohledem na možnosti využití jejích výsledků v praxi. Snažil jsem se o zaměření na ta místa s výskytem rizik, kterým se nevěnuje dostatečná pozornost a kde vidím rezervy s ohledem na snížení rizik. Touto oblastí je transport nebezpečných chemických látek po železnici, konkrétně na železniční vlečce hutní firmy mezi vstupními a výstupními přípojovými stanicemi. Současný stav v této oblasti je neuspokojivý i přes jakési dílčí úspěchy, které představuje například právní zakotvení povinnosti provozovatelů vyhodnotit rizika ekologické újmy. Prozatím je větší pozornost věnována hodnocení stacionárních zařízení s nebezpečnými látkami, a to i přesto, že transport srovnatelného množství shodné látky představuje daleko větší nebezpečí pro okolí. Paradoxně jiná situace nastává ve chvíli, kdy jsou přepravované látky podobných vlastností zařazeny do kategorie odpadů.

Diplomová práce je rozdělená do čtyř základních částí, struktura je podobná jako u dokumentů havarijního plánování. Teoretické části práce jsou věnovány první dvě kapitoly. Úvodní kapitola přináší popis samotného objektu hutní firmy, jeho polohu, velikost, demografické a geografické charakteristiky důležité pro správné provedení analýz rizik a modelování následků havárie. Práce pokračuje výběrem nebezpečných látek dopravovaných po železniční vlečce podle předem stanovených kritérií. Jejich fyzikálně – chemické a toxikologické vlastnosti ve spojení s přepravovaným množstvím mohou při vzniku havárie ohrozit zdraví a životy zaměstnanců, externích pracovníků a obyvatel v okolí podniku. Všechny vybrané látky jsou lokalizovány na koksochemii, součástí kapitoly jsou jejich charakteristiky a vysvětlení jejich přítomnosti ve výrobním procesu koksochemie.

V závěru teoretické části popisují technologie železniční dopravy na podnikové vlečce. Jsou zde vysvětleny materiálové toky nebezpečných látek, místa vstupu a výstupu z vlečky. Detailně jsou popsány trasy transportu, rizikové úseky, lokalizace jiných nebezpečných látek v blízkosti. Zvýšenou pozornost jsem věnoval osobám, které se mohou v okolí trasy pohybovat.

V praktické části se zabývám vlastním cílem diplomové práce. Tím jsou návrhy k minimalizaci rizik na základě provedených analýz a hodnocení rizik. Metody analýz jsou vybrány podle samotného charakteru nebezpečné látky. Nejpodrobnějšímu hodnocení byl podroben surový benzol pro svou vysokou hořlavost a toxicitu. Pro úvodní analýzu transportu benzolu jsem použil holandskou metodiku Purple Book CPR 18E, modelování následků havárie je vyhodnoceno pomocí softwarového nástroje ALOHA. Na všechny látky (mimo žiravinu NaOH) jsem dále aplikoval indexovou metodu požáru a výbuchu F&E Index společnosti Dow. Výsledkem hodnocení rizik je stanovení přijatelnosti rizika podle předpokládaného odhadu fatálně zraněných osob.

Smyslem diplomové práce je snížení rizik při přepravě nebezpečných látek na minimum. I přesto, že odhady rizika vyšly v mezích přijatelnosti, bylo mým cílem ochránit zaměstnance i obyvatelstvo na nejvyšší možnou míru s adekvátně vynaloženými prostředky. Provedl jsem podrobný výčet všech nejčastějších příčin havárií cisteren převážejících nebezpečné látky. Pro každou z těchto příčin navrhuji nápravné opatření s účelem snížení pravděpodobnosti jejího výskytu. V doporučeních jsou různá technická a organizační opatření, především však kladu důraz na dodržování stávajících předpisů a nařízení, na jejich kontrolu.

Do samotného závěru práce jsem zařadil návrhy na legislativní změny, které jsou v této oblasti dle mého názoru zcela rozhodující. Již řadu let jsou mnoha odborníky vyvíjeny iniciativy ke sjednocení přístupu na hodnocení nebezpečných látek – stacionární zdroje, přeprava, odpady. Předlohou by se mohla stát například holandská metodika Purple Book CPR 18E. Legislativní změny by také měly pozitivní vliv na zefektivnění práce zasahujících složek, na zvýšení ochrany obyvatel i zaměstnanců. Jak jsem zjistil, jedním z problémů vhodných k řešení je zvýšení informovanosti některých zaměstnanců přítomných procesu přepravy látek a obyvatel v její blízkosti.

Nejvyššímu riziku při vzniklé havárii s nebezpečnou látkou jsou vystaveni zaměstnanci dopravy, osoby pohybující se v kolejišti a obyvatelé v blízkosti. Zejména zaměstnanci mohou mít i rozhodující vliv na průběh havárie, na rychlost příjezdu zasahující jednotky, na předání informací a varování okolí. Pokud by v budoucnu aplikace poznatků této diplomové práce pomohly zachránit jediný lidský život nebo zdraví člověka, považoval bych ji za velmi užitečnou a smysluplnou.

Literatura a zdroje

- [1] ARCELORMITTAL OSTRAVA, a. s.: Koksovna. In: *www.arcelormittal.com* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z:
- [2] *Www.mapy.cz: Nejpoužívanější mapový portál* [online]. 2011 [cit. 2014-02-19]. Dostupné z: <http://www.mapy.cz/#x=18.311429&y=49.792153&z=12>
- [3] MALÝ, S. ARCELORMITTAL OSTRAVA, a. s. *Havarijní plán Závodu 10 - Koksovna*. Ostrava, 1997.
- [4] ARCELORMITTAL OSTRAVA, a. s. *Schéma technologií Závodu 10 - Koksovna*. 2013.
- [5] Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky. In: *Legislativa České republiky - CODEXIS ACADEMIA*. 2006.
- [6] ARCELORMITTAL OSTRAVA, a. s. *Objem výroby a spotřeby NChL na Závodě 10 - Koksovna*. 2014.
- [7] BARTLOVÁ, Ivana. *Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků*. 2., rozš. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012, 69 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-112-5.
- [8] ARCELORMITTAL S. A., Luxembourg. *Bezpečnostní list: Surový koksárenský benzol*. 2011, 19 s.
- [9] ARCELORMITTAL S. A., Luxembourg. *Bezpečnostní list: Surový černouhelný dehet*. 2011, 18 s.
- [10] ARCELORMITTAL, S. A., Luxembourg. *Bezpečnostní list: Síra tekutá*. 2012, 18 s.
- [11] DEZA, a. s., Valašské Meziříčí. *Bezpečnostní list: Prací olej I*. 2010, 9s.
- [12] REKOCHÉM, s. r. o., Třinec. *Bezpečnostní list: Hydroxid sodný*. 2012, 3s.
- [13] ARCELORMITTAL OSTRAVA, a. s. *Podniková směrnice pro železniční přepravu nebezpečných věcí dle RID: N-0.219*. Ostrava, 2013.
- [14] ROZBROJ, Marek. ARCELORMITTAL OSTRAVA, a. s. *Vlečkový řád*. 2008, 153 s.
- [15] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Drážní úřad* [online]. 2014 [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://www.ducr.cz/index.php>
- [16] Česká republika. *Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID)*. In: *Sbírka mezinárodních smluv*. 2013, č. 23, 13.

- [17] BERNATÍK, A. *Prevence závažných havárií I.* 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2006. ISBN 80-86634-89-2.
- [18] Guidelines for Quantitative Risk Assessment. *CPR 18E Purple Book*. Hague, 1999.
- [19] BERNATÍK, A. *Prevence závažných havárií II.* 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2006. ISBN 80-86634-90-6.
- [20] MALÉŘOVÁ, Lenka. BERNATÍK Aleš. *Analýza rizik území.* 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2010. ISBN 978-80-7385-082-1.
- [21] MINISTERSTVO DOPRAVY ČR. *Dopravní informační systém: DOK* [online]. [cit. 2014-03-01]. Dostupné z: <http://cep.mdcz.cz/dok2/DokPub/dok.asp>
- [22] Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Legislativa České republiky - CODEXIS ACADEMIA*.
- [23] Zákon č. 266/1994 Sb., o drahách, ve znění pozdějších zákonů. In: *Legislativa České republiky - CODEXIS ACADEMIA*. 1994.
- [24] BARTLOVÁ, Ivana. *Prevence a připravenost na závažné havárie.* 1. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, 47 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-049-4.
- [25] ADAMEC, V., A. BERNATÍK, P. DANIHELKA, L. KREJČÍ, O. J. MIKA a G. ŠAFR. ČESKÁ TECHNOLOGICKÁ PLATFORMA BEZPEČNOSTI PRŮMYSLU, o. s. *Implementační plán: PS5 - Bezpečnost v dopravě.* 2011.
- [26] *Návrh doplňující směrnici rady 96/82/EC, o řízení nebezpečí závažných havárií s nebezpečnými látkami - tzv. SEVESO II direktivu pro Evropský parlament a Radu: (předložený komisi Evropské unie).* 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2002. ISBN 80-866-3400-0.
- [27] MŮCK, Pavel. ARCELORMITTAL OSTRAVA, a. s. *Vnitřní havarijní plán: PoGR 03-63.* Ostrava, 2011.
- [28] Vyhláška č. 380/2002 Sb.: k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. In: *Legislativa České republiky - CODEXIS ACADEMIA*. 2002.
- [29] MV - GR HZS ČR, Česká asociace hasičských důstojníků o.s. *Souhrn metodických předpisů pro činnost jednotek požární ochrany: Bojový řád.* 2004. Dostupné z: <http://metodika.cahd.cz/>

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Dislokace AMO v regionu s umístěním Koksovny

Obrázek č. 2: Celkové schéma koksochemického provozu

Obrázek č. 3: Schvalovací osvědčení pro cisternu na přepravu NChL

Obrázek č. 4: Vzory bezpečnostních tabulek na cisternách pro přepravu NChL (benzol)

Obrázek č. 5: Proces hodnocení rizik dle ISO/IEC 73:2002

Obrázek č. 6: Převládající směr větru – větrná růžice

Obrázek č. 7: Graf přijatelnosti rizika

Seznam tabulek

- Tabulka č. 1: Nebezpečné chemické látky a jejich směsi na koksovně
- Tabulka č. 2: Nebezpečné látky vybrané k další analýze a jejich přepravované množství
- Tabulka č. 3: Frekvence havárií a pravděpodobnost výtoku za rok
- Tabulka č. 4: Převod aktuální a výpočtové frekvence vlaků za rok
- Tabulka č. 5: Zastoupení dnů v roce podle tříd stability počasí v okolí AMO
- Tabulka č. 6: Konverze tříd stability počasí
- Tabulka č. 7: Počty osob v okolí trasy přepravy NChL
- Tabulka č. 8: Statistika MU při železniční přepravě NChL v ČR v letech 1996 - 2010
- Tabulka č. 9: Škála nebezpečnosti látek podle F&E Indexu
- Tabulka č. 10: Frekvence událostí pro jednotlivé scénáře vzniku MU dle CPR 18E
- Tabulka č. 11: Přehled výsledků modelování programem ALOHA (přeprava benzolu)
- Tabulka č. 12: Odhad počtu fatálně zraněných osob (přeprava benzolu)
- Tabulka č. 13: Poloměry zasažené plochy při MU a počet fatálně zraněných osob

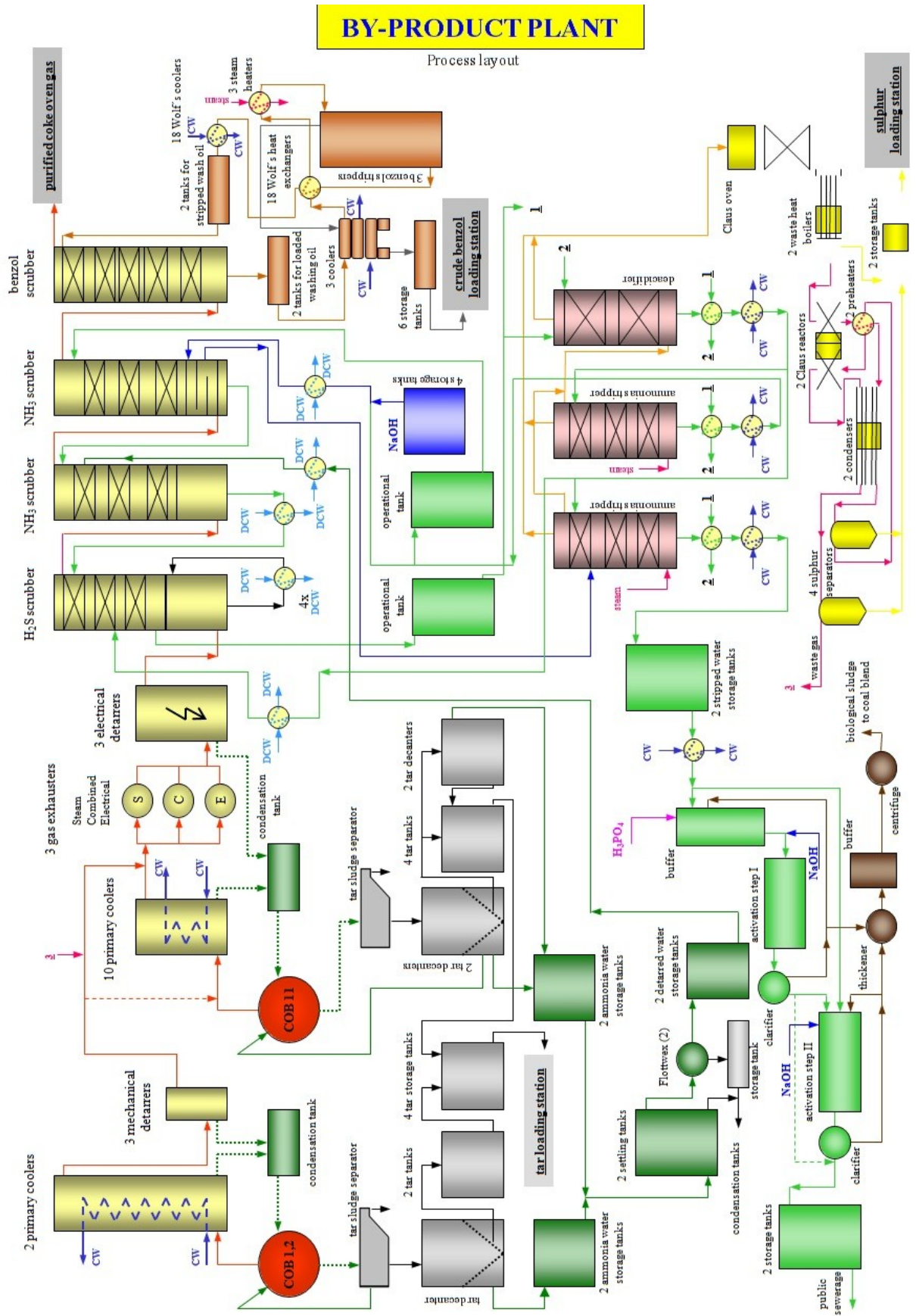
Seznam příloh

Příloha č. 1: Schéma technologie výroby koksu.

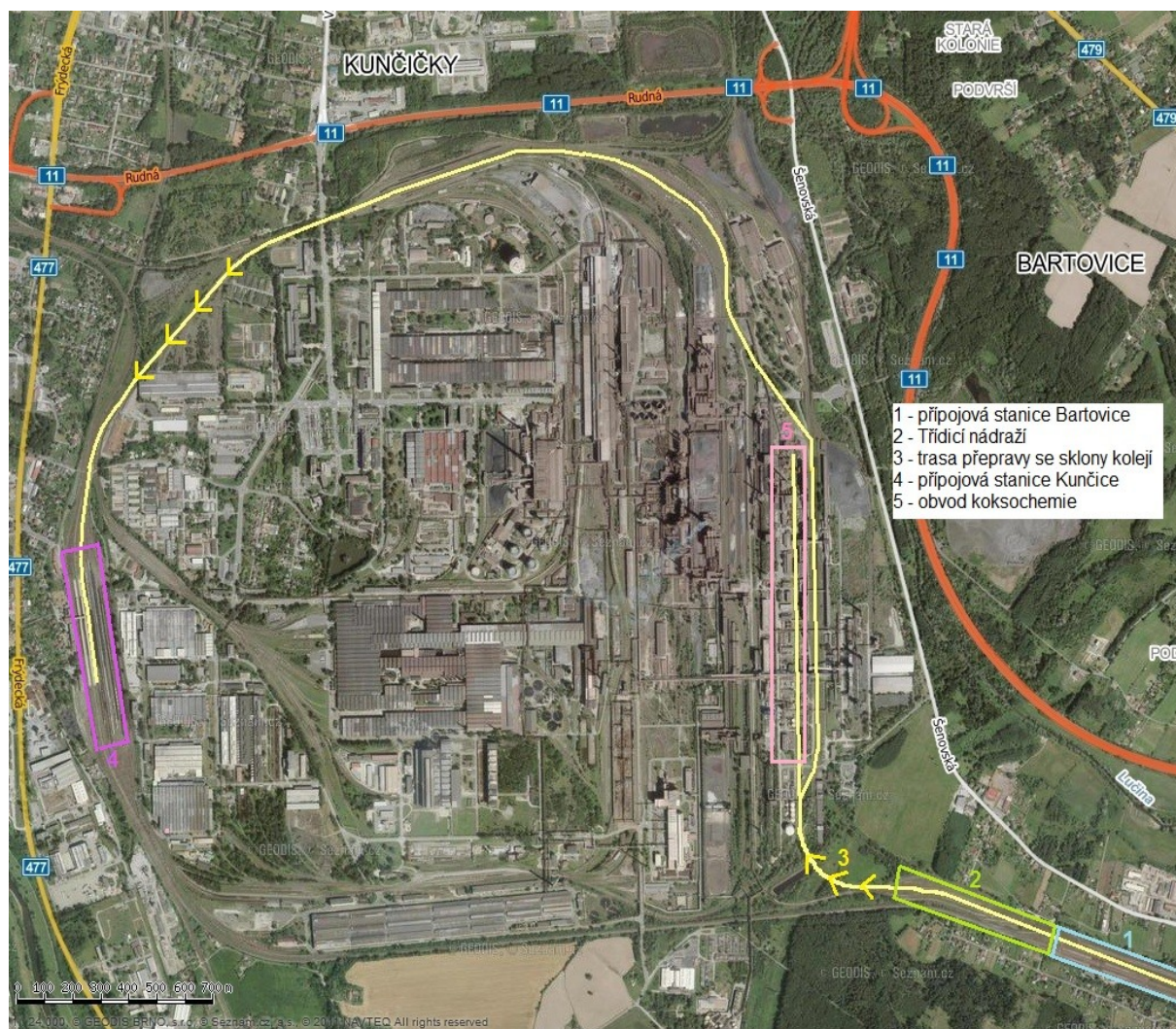
Příloha č. 2: Trasy přepravy, místa vykládky a nakládky NChL na koksochemii

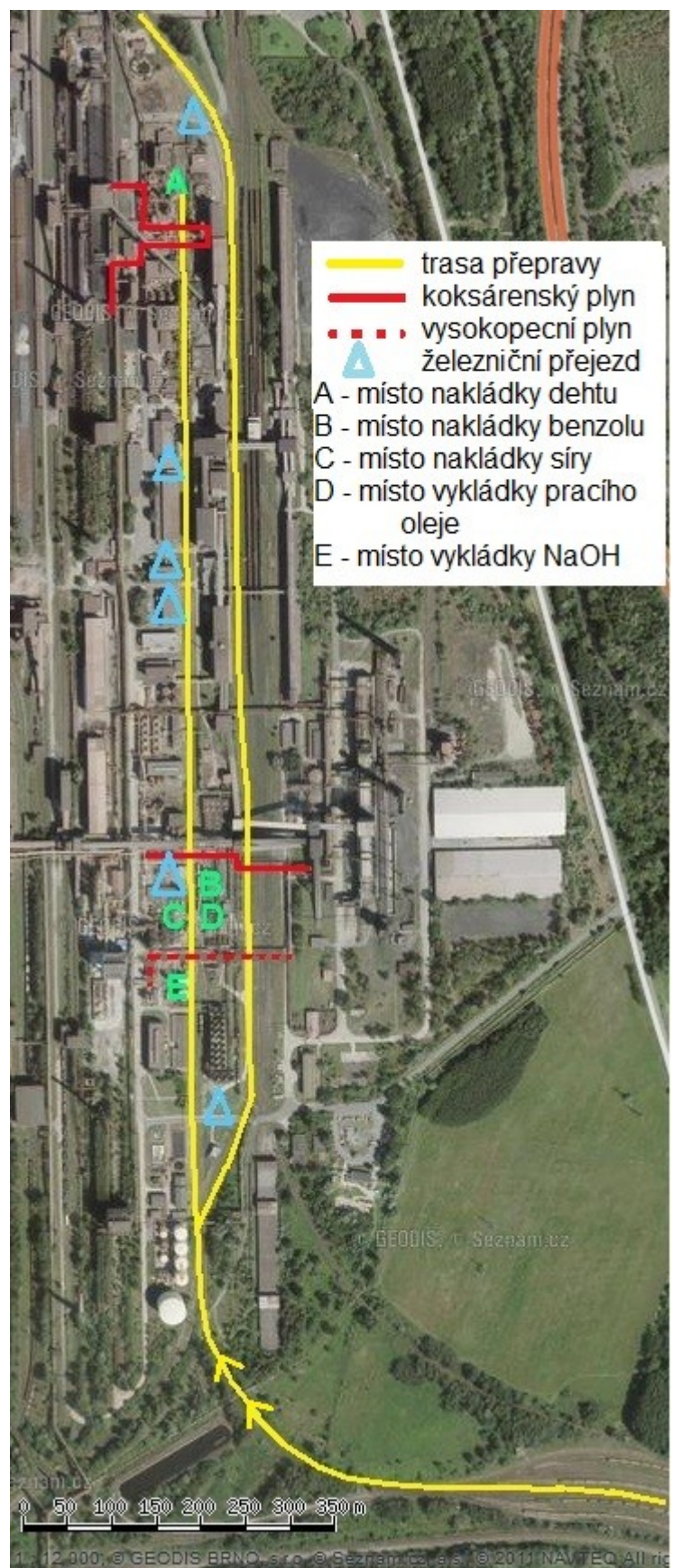
Příloha č. 3: Výsledky modelování následků havárie programem ALOHA 5. 4. 2

Příloha č. 1



Příloha č. 2





Příloha č. 3

SITE DATA:

Location: CZECH REPUBLIC, OSTRAVA, CZECH REPUBLIC

Building Air Exchanges Per Hour: 0.52 (sheltered double storied)

Time: February 9, 2014 1118 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE Molecular Weight: 78.11 g/mol

AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Ambient Boiling Point: 79.8° C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.099 atm

Ambient Saturation Concentration: 99,615 ppm or 9.96%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C Stability Class: D

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 2.8 meters Tank Length: 9.74 meters

Tank Volume: 60000 liters

Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C

Chemical Mass in Tank: 50 tons Tank is 86% full

Circular Opening Diameter: 3 inches

Opening is 50 centimeters from tank bottom

Max Flame Length: 14 meters

Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Burn Rate: 223 kilograms/min

Total Amount Burned: 13,193 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.

The puddle spread to a diameter of 7.7 meters.

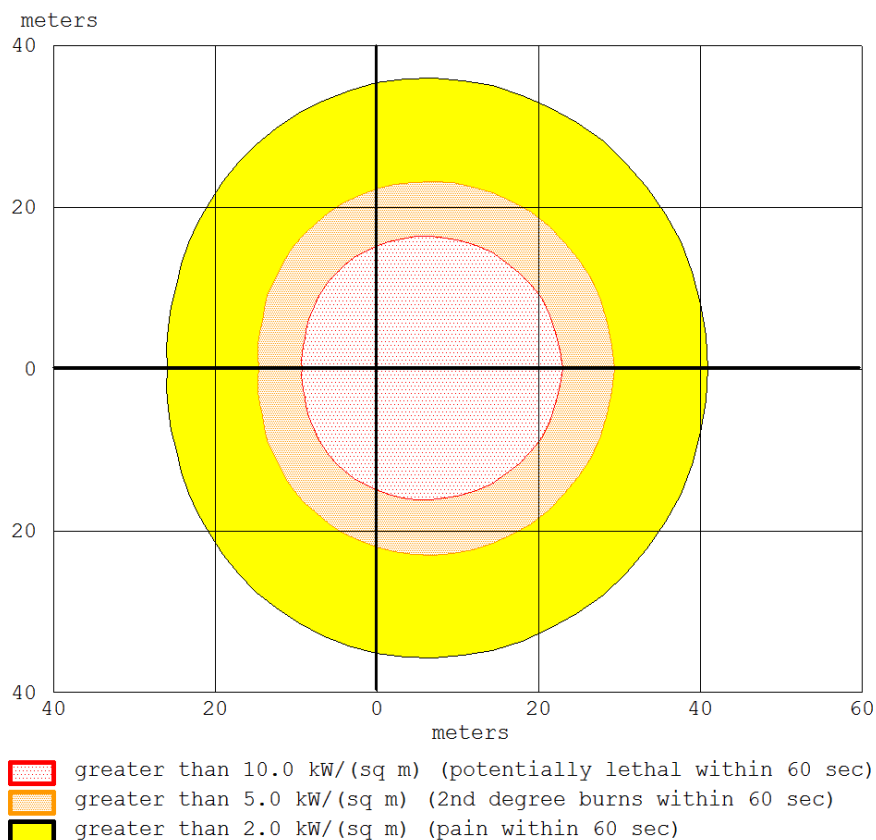
THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire

Red : 23 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 29 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 41 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)



SITE DATA:

Location: CZECH REPUBLIC, OSTRAVA, CZECH REPUBLIC

Building Air Exchanges Per Hour: 0.52 (sheltered double storied)

Time: February 9, 2014 1513 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

ChemicalName: BENZENE MolecularWeight: 78.11 g/mol

AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Ambient Boiling Point: 79.8° C

VaporPressure at Ambient Temperature: 0.099 atm

Ambient Saturation Concentration: 99,615 ppm or 9.96%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5 meters/second from SW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 20° C Stability Class: D

No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 2.8 meters Tank Length: 9.74 meters

Tank Volume: 60000 liters

Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C

Chemical Mass in Tank: 50 tons Tank is 86% full

Opening Length: 80 centimeters Opening Width: 5 centimeters

Opening is 0.56 meters from tank bottom

Max Flame Length: 30 meters Burn Duration: 36 minutes

Max Burn Rate: 1,950 kilograms/min

Total Amount Burned: 38,102 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.

The puddles spread to a diameter of 23 meters.

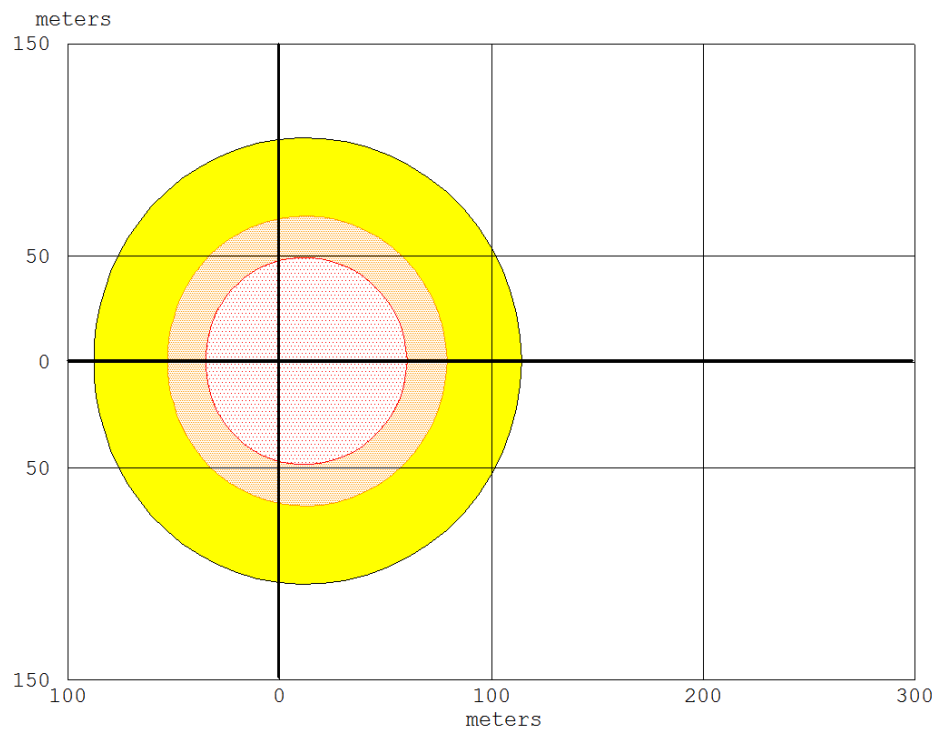
THREAT ZONE:




Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire

Red : 61 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 80 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 115 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)



-  greater than 10.0 kW/(sq m) (potentially lethal within 60 sec)
-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
-  greater than 2.0 kW/(sq m) (pain within 60 sec)

SITE DATA:

Location: CZECH REPUBLIC, OSTRAVA, CZECH REPUBLIC
Building Air Exchanges Per Hour: 0.12 (sheltered double storied)
Time: February 9, 2014 1152 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

Chemical Name: BENZENE Molecular Weight: 78.11 g/mol
AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm
IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm
Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals
Ambient Boiling Point: 79.8° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 0.099 atm
Ambient Saturation Concentration: 99,615 ppm or 9.96%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

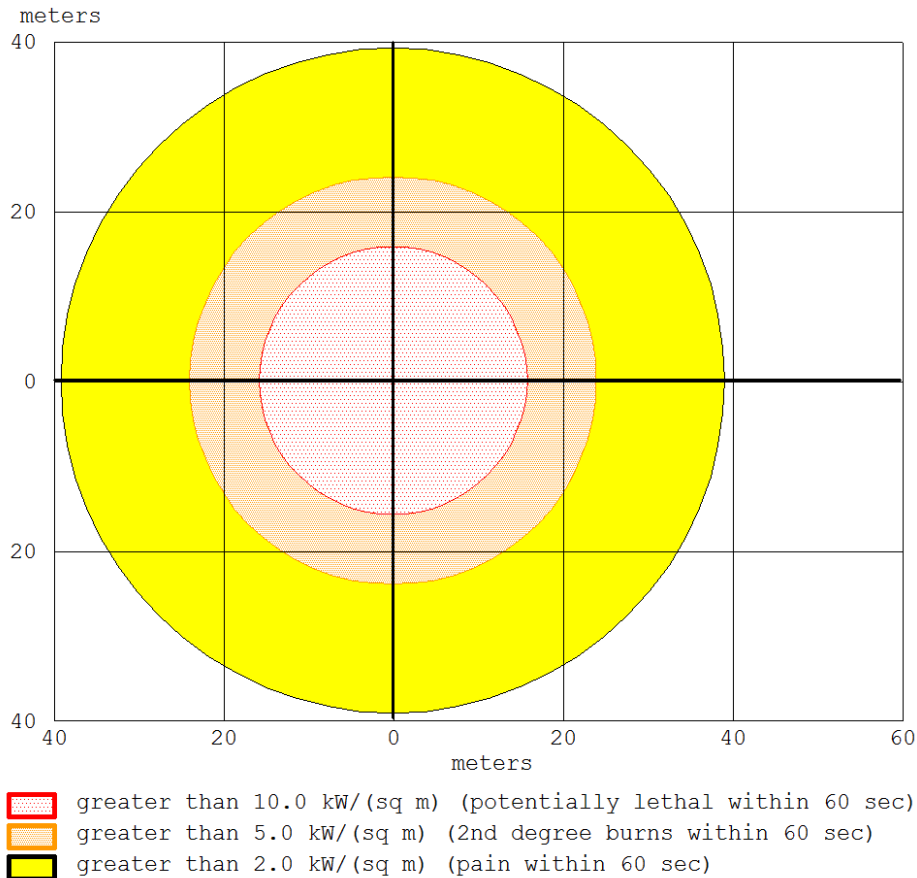
Wind: 1 meters/second from SW at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 20° C
Stability Class: F (user override)
Inversion Height: 5 meters Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical is burning as it escapes from tank
Tank Diameter: 2.8 meters Tank Length: 9.74 meters
Tank Volume: 60000 liters
Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
Chemical Mass in Tank: 50 tons Tank is 86% full
Circular Opening Diameter: 3 inches
Opening is 50 centimeters from tank bottom
Max Flame Length: 16 meters
Burn Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Burn Rate: 223 kilograms/min
Total Amount Burned: 13,193 kilograms
Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.
The puddle spread to a diameter of 7.7 meters.

THREAT ZONE:

Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire
Red : 16 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 24 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 39 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)



SITE DATA:

Location: CZECH REPUBLIC, OSTRAVA, CZECH REPUBLIC

Building Air Exchanges Per Hour: 0.25 (sheltered double storied)

Time: February 9, 2014 1501 hours DST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:

ChemicalName: BENZENE MolecularWeight: 78.11 g/mol

AEGL-1 (60 min): 52 ppm AEGL-2 (60 min): 800 ppm AEGL-3 (60 min): 4000 ppm

IDLH: 500 ppm LEL: 12000 ppm UEL: 80000 ppm

Carcinogenic risk - see CAMEO Chemicals

Ambient Boiling Point: 79.8° C

VaporPressure at Ambient Temperature: 0.060 atm

Ambient Saturation Concentration: 60,317 ppm or 6.03%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 1 meters/second from SW at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 7 tenths

Air Temperature: 10° C

Stability Class: F (user override)

No Inversion Height Relative Humidity: 75%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Flammable chemical is burning as it escapes from tank

Tank Diameter: 2.8 meters Tank Length: 9.74 meters

Tank Volume: 60000 liters

Tank contains liquid Internal Temperature: 10° C

Chemical Mass in Tank: 50 tons Tank is 85% full

Opening Length: 80 centimeters Opening Width: 5 centimeters

Opening is 0.56 meters from tank bottom

Max Flame Length: 33 meters Burn Duration: 25 minutes

Max Burn Rate: 1,960 kilograms/min

Total Amount Burned: 37,799 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed a burning puddle.

The puddles spread to a diameter of 23 meters.

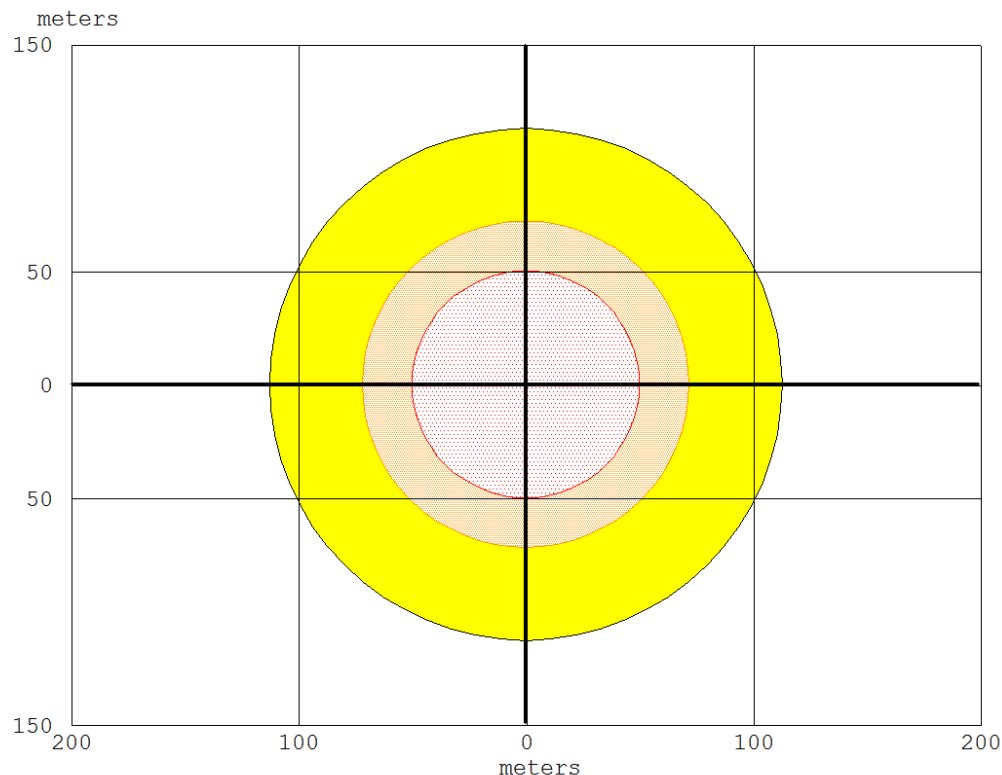
THREAT ZONE:




Threat Modeled: Thermal radiation from pool fire

Red : 50 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)

Orange: 72 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)

Yellow: 113 meters --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)



-  greater than 10.0 kW/(sq m) (potentially lethal within 60 sec)
-  greater than 5.0 kW/(sq m) (2nd degree burns within 60 sec)
-  greater than 2.0 kW/(sq m) (pain within 60 sec)